

CoCo-obligationer i matematisk modelperspektivering

CoCo bonds in a mathematical modeling perspective

af

JENS PRIERGAARD NIELSEN

#####-####

THESIS

for the degree of

MSc in Business Administration and Management Science

Cand.merc.(mat.)

Vejleder

Jens Dick-Nielsen

30. november 2011

Institut for Finansiering

Copenhagen Business School

Sider i alt **160**

Heraf afhandling **79**

Anslag **226.368**

Abstract

This master's thesis focuses on the issues that arises in the context of using Contingent Capital Bonds (CoCo bonds) in the capital structure of banks. Due to the global financial crisis, and especially the EU-areas way of handling it, this subject is currently growing increasingly popular at an almost exponential pace.

Most global participants recognize the need of increased capital requirements for banks. This thesis examines whether part of that capital could be raised as CoCo bonds, and if they are means that can inject discipline in the financial sector, and lower the risks to society

It is shown how CoCo bonds can be applied to lower risk shifting incentives and cost of bank failure. Also, it shows the credit spread that should be associated with the yield on CoCo bonds.

The thesis validates the models used by implementation of existing CoCo bond issuances, and finds that even though the models might predict correctly a lot of factors influence the picture – blurring the models exact conclusions.

Finally, the thesis uses the validated models to understand and evaluate experts presumptions of CoCo bonds and their effects.

Forord

Jeg takker Pawel Misiewicz (cand.scient.(dat.) fra University of Warsaw) for at lade mig bruge sin otte-kernede cluster-computer til at køre simulationer på.

Den ubetingede største tak går til min vejleder, Jens Dick-Nielsen, for ikke blot at give mig enestående god vejledning, men også for at have tålmodighed med mig og give mig plads. Det har været vitalt for arbejdet med denne afhandling.

Frederiksberg, november 2011
Jens Priergaard Nielsen

Indhold

Indhold	iv
Figurer	vi
Tabeller	viii
1 Indledning	1
1.1 Problemformulering	1
1.2 Afgrænsning	1
1.3 Opgavens struktur	2
1.4 Baggrund og perspektiv	3
1.5 Fremtidig regulering af banker	6
1.6 Forventninger til CoCo-obligationer	9
1.7 Definitioner	11
2 Pennacchi: Kreditspænd og asset substitution	13
2.1 Antagelser	13
2.2 Effekt ved parameterændringer	22
3 Albul, Jaffee & Tchisty: Kapitalstruktur	31
3.1 Modellering af aktiver	32
3.2 Vigtige resultater: Prisudtryk og optimal fallitgrænse	33
3.3 Værdien af de indgående elementer i en kapitalstruktur med CoCo-obligationer	34
3.4 Parametervalg under Betingelse 1	35
3.5 Optimal kapitalstruktur	40
3.6 CoCo-obligationer i stedet for obligationer	42
3.7 En systemisk vigtig bank	47
3.8 Flere ligevægtsaktiekurser og markedsmanipulationer	51
3.9 CoCo-obligationer og asset substitution	60
4 Case study: Credit Suisse	65
4.1 Test i model: Pennacchi	66
4.2 Udstedelser betragtet indenfor Albul-Jaffee-Tchisty	71

5	Diskussion	73
6	Konklusion	77
	Litteratur	81
A	Til kapitel 1	89
A.1	Keynes'ske økonomiopfattelse	89
A.2	Pengemultiplikatoren	90
B	Til kapitel 2	93
B.1	Symboler i Pennacchi	93
B.2	Itô's lemma på en springdiffusionsproces	94
B.3	Udledning af h_t	94
B.4	CoCo-obligationer med dobbelttrigger	96
B.5	R-kode til simulationer	96
B.6	Figur 2.1	97
B.7	Stamkode til figur 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6 samt figurer fra case study	98
C	Til kapitel 3	111
C.1	Symboler i Albul-Jaffee-Tchistyi	111
C.2	Værdi af annuitet og voksende annuitet	112
C.3	Vigtige resultater: Prisudtryk og optimal fallitgrænse	114
C.4	Hvorfor $\Delta W < 0$ ved (3.51) på side 45	118
C.5	Konsekvens af afrundning	121
C.6	Sammenligning af ΔG og $\Delta \hat{G}$	122
C.7	R-kode til udvalgte figurer i kapitlet	122
C.8	Systemisk vigtig bank. β -restriktion	137
C.9	To ligevægtskurser	139
C.10	Sundaresan & Wang: Flere ligevægtskurser	139
D	Til kapitel 4	145
D.1	R-kode: Rentekalibrering	145
D.2	Resultater med lavere egenkapitalstrigger, $\bar{e}$	149
E	Til kapitel 5	151
E.1	Uddrag af interview med Head of Compensation and Benefits Group Human Resources i Nordea, Steen Christensen	151
E.2	Banksektorens relative størrelse i udvalgte lande	152

Figurer

1.1	De forskellige modellers dækning	2
1.2	Økonomisk reaktionsskema ved regelændringer	8
2.1	h_t . Kreditspænd på indlån i basispoint.	23
2.2	c . Kuponer ved forskellige værdier af initial forholdet K-t-I samt springhyppigheden og indlånstilpasningsparameteren.	24
2.3	c . Kuponer ved forskellige løbetider	25
2.4	c . Kuponer ved forskellige konverteringsforhold.	26
2.5	Asset substitutionsincitamentstruktur ved ændring af springparameter.	29
2.6	Asset substitutionsincitamentstruktur ved ændring af diffusionsprocesvolatiliteten.	30
3.1	W . Optimal trigger.	38
3.2	W . Trigger der bryder Betingelse 1 og inoptimal trigger.	38
3.3	W . Eksempel med ikke-monoton forhold.	39
3.4	ΔG	44
3.5	$2 - \left(\frac{A_t}{A_C}\right)^\gamma$	46
3.6	$\Delta \hat{G}$	47
3.7	Aktiekurs, aktivværdi samt beslutning vedrørende CoCo-obligationskonvertering	52
3.8	$W, \frac{dW}{d\sigma}$ og $\frac{W(\sigma_{Ex-post}-W(0,15))}{W(0,15)}$	61
3.9	$\frac{dW}{d\sigma}$ og $\frac{1}{W} \frac{dW}{d\sigma}$	62
3.10	$W, \frac{dW}{d\sigma}$ og $\frac{W(\sigma_{Ex-post}-W(0,15))}{W(0,15)}$	63
4.1	CIR-rente tilpasning ved 13. juni 2007.	66
4.2	Case study. λ/σ	69
4.3	Case study. λ/μ	70
A.1	Tre-sektor økonomi.	89
C.1	Arbitrært valgte værdier til illustration af pointe ved resultat	120
C.2	ΔG & $\Delta \hat{G}$	122
C.3	CoCo-manipulation	139
C.4	Aktiv- og obligationsværdi	142
C.5	CoCo-obligationsværdi og aktiekurs uden tro på konvertering	142

<i>Figurer</i>	vii
C.6 CoCo-obligationsværdi og aktiekurs med tro på konvertering.	143
D.1 Rentekurver med CIR-rentekurve tilspasninger.	148
D.2 Case study. Lavere egenkapitalstrigger. λ/σ	149
D.3 Case study. Lavere egenkapitalstrigger. λ/μ	149

Tabeller

1.1	Bankbalance.	5
1.2	Basel III minimumskapitalkrav og udfasningsplaner	7
4.1	Case study. Springparametreinput.	67
4.2	Credit Suisses Tier 1-kapitalforholdsmål	68
B.1	Pennacchi Symbolforklaring	93
C.1	Albul-Jaffee-Tchisty Symbolforklaring	111
E.1	Forholdet mellem banksektorens aktivværdi og BNP	152

Kapitel 1

Indledning

En CoCo-obligation er et finansielt hybridprodukt, hvor en obligation ved en given trigger konverteres til aktiekapital. CoCo-obligation er et semi-akronym for Contingent Convertible-obligation.

[Lummer et al. (1993)] referer folkesagnet om, at den første konvertible obligation blev udstedt i 1880'erne af jernbanemagnaten J.J. Hill. Her var konverteringen dog kun en mulighed, mens den ved CoCo-obligationerne er obligatorisk.

Brugen af CoCo-obligationer er blevet aktuel i kølvandet på finanskrisen, der blandt andet viste, at den finansielle sektor ikke var i stand til at modstå større tab. Således har en række kommissioner foreslået at anvende produktet som et led i en flerstrengt indsats for at forbedre den finansielle sektors kapitalforhold.

1.1 Problemformulering

Afhandlingens formål er via matematiske modeller at undersøge implikationer og konsekvenser ved anvendelse af CoCo-obligationer, og vurdere om CoCo-obligationer har det ønskede resultat for henholdsvis investor, udsteder samt myndighed og dermed i sidste instans samfundet. Herunder behandles udsteders kapitalstruktur, hvilken effekt CoCo-obligationer har på dette felt, incitamentstrukturen for udstedelse samt forventninger til kuponpræmien på CoCo-obligationer. Afhandlingen vil forholde sig til, om teori er foreneligt med praksis gennem et case study af relevant udstedelse.

1.2 Afgrænsning

Undersøgelsen begrænser sig til banker og tager afsæt i to modeller, som efterprøves på empiriske data. Undersøgelsen inddrager ligeledes relevante eksperter vurderinger og forudsigelser vedrørende brugen af CoCo-obligationer.

I modellerne behandles triggeren, udstedelsesincitament og asset substitutionsincitament som følge af udstedelse samt forventninger til kuponstruktur. Herudover bliver det analyseret, hvorvidt CoCo-obligationer faktisk øger stabilitet i økonomien og disciplinerer banksektoren, eller om de medfører øgede sociale omkostninger og en mere volatil branche.

Det sker ved at overføre hypotetiske situationer fra diverse artikler og rapporter til modellerne og ved case studier, hvor faktiske CoCo-udstedelser forsøges forklaret i en konceptuel sammenhæng.

I det omfang det er muligt benyttes de præsenterede modeller til at beskrive, hvilken situation udsteder var i ved udstedelse samt de følger, udstedelsen *kan* have. Dette sker med respekt for den reducerede virkelighed, modellernes antagelser og *de facto* resultater rummer.

1.3 Opgavens struktur

Afhandlingens indledning giver dels en baggrund for emnets relevans og aktualitet samt definerer opgavens problemformulering. Herefter følger to hoveddele.

Første hoveddel fremstiller to strukturelle modeller: Albul-Jaffee-Tchisty og Pennacchi. Albul-Jaffee-Tchisty forholder sig til, hvorledes CoCo-obligationer fungerer i en udsteders kapitalstruktur. I Pennacchi bliver udsteders (bankens) aktiver beskrevet ved simulation, og CoCo-obligationernes kuponstruktur samt asset substitutionsincitament undersøges.

I den anden hoveddel er fokus på, hvordan modellerne agerer i praksis. Dette sker ved hjælp af case-studier.

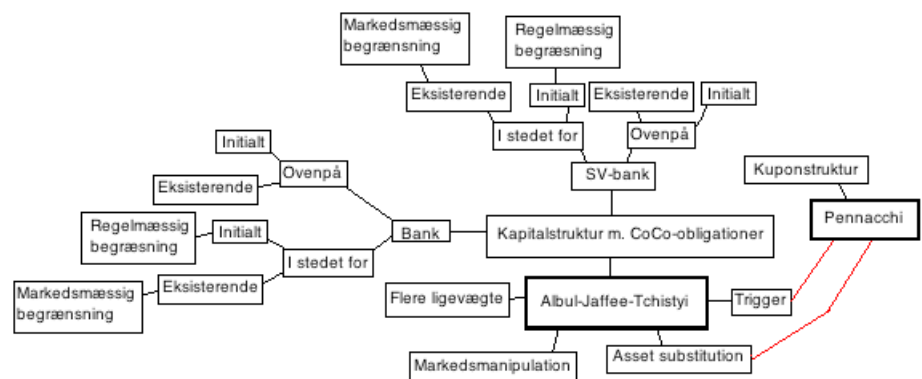
Afslutningsvis diskuteres modeller og resultater, idet der rundes af med en konklusion.

Modelvalg

Modellerne behandler emnet i hver deres ramme. Derfor og fordi emnet er forholdsvis nyt og ubeskrevet, er der lagt vægt på en grundig gennemgang af modellerne.

[Albul et. al (2010)] kigger på, hvorledes CoCo-obligationer fungerer i en kapitalstruktur. Det er relevant at vide, om udsteder vil anvende dette instrument per automatik, og i bekræftende fald om det blot er for at høste en ekstra skattegevinst.

Ligeledes skal det undersøges, om eksterne forhold som offentliggørelse af systemisk vigtige (SV-) banker vil ændre implementeringsmotivet. Under disse overordnede temaer er der primært fokus på de kontraktspæcifikke forhold. Altså, præcis hvordan kuponen, konverteringsparameteren og andet skal være for, at hverken egenkapitalen eller CoCo-obligationsholderne har en arbitragemulighed. Modellen er primært valgt for at vise, hvorfor det er nødvendigt



Figur 1.1: De forskellige modellens dækning. Rød streg er anvendt, når flere modeller dækker samme emne.

med eksterne påbud, hvis udsteder (banker) skal anvende CoCo-obligationer som en del af deres kapitalstruktur.

Albul-Jaffee-Tchisty behandler også de manipulations- og asset substitutionsincitament, der eksisterer ved benyttelse af CoCo-obligationer.

Fokus i papiret [Pennacchi (2010)] er på modelleringen af, hvordan udsteders aktiver kan opføre sig. Konteksten er betydningen for rentestrukturen, som CoCo-obligationerne vil danne. Artiklen er simulationsbaseret. Via sensitivitetsanalyser er det også muligt at beskrive kontraktparameternes effekt for asset substitutionsincitamentstrukturen.

Selvom modellerne ikke er bedre end antagelserne, de er skabt på, har de alligevel udbredt anvendelse. Ideen om at CoCo-obligationer kan indgå i kapitalstrukturen hos banker er forholdsvis ny. Alligevel findes der allerede et utal af rapporter, artikler, blogindlæg, interviews mv. om, hvorfor netop dette instrument kan eller ikke kan løse problemerne. Det er umiddelbart svært at forudsige, hvem der har ret. Et er dog sikkert, hvis man undlader at opstille klare betingelser for CoCo-obligationsudstedelserne, så er alle tænkelige konklusioner mulige.

Derfor er de to matematiske modeller afhandlingens analyseapparat. De fungerer som et kort over virkeligheden, der angiver retning og undlader overflødige detaljer. Det er muligt at få helt konkrete output, når man ændrer en models parametre. Således kan man altså bestemme, hvilke inputs modellen, og dermed brugen af CoCo-obligationer, er mest sensitiv overfor. Endelig kan modellerne også anvendes til at anskue irrationalitet på markederne, hvis nogle resultater divergerer meget. Omvendt kan det påvise modellernes begrænsninger.

1.4 Baggrund og perspektiv

Siden finanskrisen i 2008 har økonomer, politikere og myndigheder forsøgt at afdække krisens årsager for at kunne forhindre lignende situationer. Denne afhandling beskæftiger sig med CoCo-obligationers rolle i den forbindelse.

Det er ikke første gang, at man har analyseret og indført tiltag for at reducere risikoen for en systemisk krise. I dette afsnit gennemgås kort en række af disse tiltag. Det drejer sig blandt andet om strikse lovbestemte udlånsloft, valutareguleringer, forbud mod finansielle instrumenter samt høje kapitalkrav.

Den amerikanske regulering har f.eks. indeholdt et såkaldt *double liability*-system, altså dobbelt hæftelse. Systemet skulle begrænse incitamentet til asset substitution og dermed mindske risikoen i banksektoren. Selvom variationer af dobbelt hæftelse er foreslået af økonomer [Leijonhufvud (2010)], så hverken forhindrede eller reducerede den 1930'ernes depression.

I 1991 etablerede USA The Federal Deposit Insurance Corporation (herefter: FDIC), der skulle kontrollere finansielle institutioner, og om nødvendigt overtage styringen af dem eller afvikle dem. Kontrollen omfattede dog ikke investeringsbanker, herunder Lehman Brothers og heller ikke bankernes off-balance sheet aktiviteter. Således havde FDIC hverken tilstrækkeligt bemyndigelse endsige rette arbejdsgange til at holde orden på det amerikanske finansielle marked.

I efterdønningerne af den seneste finanskriser har forskellige strukturerede produkter været enormt udskældte. Det var blandt andet standardiserede låneporteføljer (for eksempel bil- og huslån), som har kunnet omstruktureres og udbudt til investorer med trancher i forskellige risikokategorier og afkastforventninger, *Collateralized Debt Obligations*. Også muligheden for at tegne *forsikring* mod egen og andres fallit, *Credit Default Swap*, er blevet nævnt som medvirkende til krisen.

Dog bærer strukturerede produkter ingenlunde ansvaret alene. Bankerne og banksystemet var simpelthen for dårligt rustet til kredittab, når kapitalkrav tillod, at bankerne opererede med en meget høj gearing, altså forholdet mellem bankens egenkapital og risikovægtede aktiver (RVA). Lehman Brothers opererede med en core Tier 1-kapitalforhold på 2%, hvilket svarer til en gearing på 50. De havde brugt andre kapitalinstrumenter til at opfylde lovens krav. Problemet var/er imidlertid, at disse andre kapitalinstrumenter først konverterer til ”rigtig” kapital, når banken går konkurs.

Skadens omfang blev forstærket af det faktum, at stort set alle større banker er sammenkoblet via det globale interbank marked. Og dermed er mange mindre banker også infiltreret, da de store banker typisk fungerer som clearingsbank for mindre. En problemstilling, der blandt andet behandles i [Squam Lake Report (2010)], hvis dagsorden var at skabe et økonomisk system indeholdende nød- og afviklingsplaner samt at skabe en finanssektor med mindre grad af tilbøjelighed til konkurser.

Bankernes interne afhængighed samt især store bankers samfunds betydning har medført, at stater – i frygt for udløsning af en systemisk krise – ikke har ønsket at lade banker gå fallit. Omkostninger ved at redde konkurstruede banker er betalt af skatteborgerne med en socialisering af tab til følge.

Har bankernes kreditorer ikke noget at miste, fordi staten betaler, hvis alt går galt, foreligger der intet grundlag for en disciplinering anført af gældsejerne. Dette er beskrevet mange steder i litteraturen, blandt andet i [Stern et al. (2004)]. Ifølge [ICB (2011)], der er udarbejdet af en uafhængig bankkommission (Independent Banking Commission, herfter: ICB), er konsekvensen heraf, at bankernes optimale sikkerhedsbuffer er meget lavere end, hvad der er socialt optimalt. Således har skatteborgerne stor interesse i, at bankerne strammer deres forretningsmodel, da det alt andet lige giver en mere stabil økonomi. Altså kunne man tro, at løsningen er at hæve kapitalkrav til banker. Dog medfører dette andet end en mere stabil økonomi. Borgerne er nemlig ikke kun skatteborgere. De er også forbrugere, der låner penge til bolig, bil mv. Bliver bankerne pålagt at ændre deres sikkerhedsbuffer, bliver udlån dyrere og dermed rammes borgerne.

Derfor skal kapitalkravene på den ene side sikre en robust sektor og på den anden side understøtte ønsket om økonomisk vækst.

Banker spiller som nævnt en vigtig rolle i økonomien. Pålægges banker nye regler, har det i sidste ende en effekt på realøkonomien. I de to følgende afsnit perspektiveres dette.

En note om Modigliani-Miller

Modigliani-Millers (MM) sætning foreskriver, at kapitalstrukturen for en bank ikke påvirker bankens værdi. Ergo er det underordnet, hvordan bankens portefølje er finansieret. Ifølge MM falder volatiliteten på RoE, hvorfor gælden til obligationsholderne bliver mere sikker, og ergo må omkostningen i forbindelse med begge finansieringskilder falde. Det sker på en sådan måde, at den vægtede gennemsnitlige omkostning ved finansiering er uændret [Modigliani et al. (1958)]. Dette skulle således betyde, at banker blot kan udstede aktier og tilfredsstille højere kapitalkrav. [Miles et al. (2011)] undersøger, om denne

markedsantagelse er sand, og deres undersøgelse viser, at effekten af MM er 45% af, hvad den skulle være for at have en totalt udlignende effekt.

Asymetrisk og mangelfuld information om markedet samt ikke-rationelle agenter og transaktionsomkostninger er alle faktorer, der gør sig gældende i den virkelige verden og som svækker MM-effekten.

En bank, dens balance samt rolle i økonomien

For at forstå, en banks funktion i en økonomi, er det vigtigt først at forstå, hvordan selve økonomien fungerer. Enhver økonomi er et dynamisk system. Husholdninger konsumerer og virksomheder producerer. Økonomien ændrer sig konstant, simultant med at den reagerer på ændringer. Når virksomhederne skal investere til produktion og lager til fremtidig efterspørgsel, benyttes bankerne som kreditgiver. Denne proces kaldes *injektsering* (se bilag A.1 for figurer samt mere dybdegående forklaring). Virksomhederne tager den risiko, der er for at deres formodning om fremtidig efterspørgsel er overvurderet. I en sådan situation kan virksomhederne ikke afsætte deres varer og dermed heller ikke tilbagebetale deres lån – i denne simple model. Bankerne giver et samfund en effektiv mulighed for at fordele midler og risiko. Og det har derfor betydning for realøkonomien, når man skærper betingelserne for bankernes forretning. Dette problem bliver behandlet mere specifikt i afsnit 1.5.

En bank kan naturligvis ikke yde uanede mængder af kredit til virksomhederne. Dette synes intuitivt, men lad os alligevel betragte et eksempel på en banks balance (se tabel 1.1).

Bemærk, at der ved modelgennemgang forekommer stærkt reducerede bankbalancer, hvad angår poster. Dog kan alle passivposterne grovsorteres som værende enten indlån, obligationer (og/eller CoCo-obligationer) og aktier, hvorfor simplificeringerne fungerer. Til senere gennemgang understreges, at indlån dermed blandt andet også indeholder alle *over-night*-positioner og andet kortfristet gæld.

Pengereserven udgør egentlig den forskel, der måtte være mellem de indlån, banken har modtaget og de lån, banken har givet. Størrelsen splittes op i to: deres pengereserve og bankens (netto)-position på interbankmarkedet. Pengereserven holdes typisk på en konto i centralbanken. Denne mængde er der stort set intet afkast på, hvorfor den holdes på et minimum, der typisk er fastsat via reglement.

På grund af cirkulationsmønsteret (se figur A.1) vil penge sat i banken af Person 1 og lånt ud til Person 2 efterhånden finde sin vej til banken igen. Her kan de så lånes ud til Person 3. Når denne proces analyseres, fremkommer *pengemultiplikatoren*.

Her skal skelnes mellem pengebasen, H , som udstedes af og styres af centralbanken, og det nominelle pengeudbud, M . Pengemultiplikatoren er gennemgået i bilag A.2, og er givet ved $M = \frac{1}{1-(1-\theta)(1-\sigma)}H$, hvor især $0 < \theta < 1$, som er den andel banken lovmæssigt er påbudt at holde, er interessant. Denne fungerer nemlig som en slags kapitalkravskoefficient. Og idet bankerne pålægges at holde en større andel som pengereserve, da vil pengemultiplikatoren og det nominelle pengeudbud – *ceteris paribus* – falde.

Tabel 1.1: Bankbalance.

Aktiver	Passiver
Pengereserven	Indlån
Udlån på interbankmarkedet	Indlån på interbankmarkedet
Udlån til virksomheder	Indlån fra virksomheder
Udlån til private	Indlån fra private
Investeringer	Senior gæld, udstedt obligationer
	Udstedte CoCo-obligationer
	Ansvarlig inskudskapital
	Egenkapital

Det er endvidere trivielt fra grundlæggende udbud og efterspørgselsteori, at hvis pengeefterspørgslen er upåvirket, da vil et dalende udbud forårsage højere priser. I praksis bliver det altså dyrere at låne. Det forårsager et fald i investeringerne, som slutteligt giver et fald i BNP.

Pengereserven fungerer altså som et slags kapitalkrav til banken, og når der i det efterfølgende ses nærmere på, hvorledes der kan lægges yderligere restriktioner på banker, benyttes denne benævnelse. Der skelnes også mellem forskellige former for kapital afhængig af kvaliteten. Dette kommer sig simpelthen af, at nutidens bankbalancer indeholder andet end blot ind- og udlån.

I denne afhandling eksisterer der i realiteten blot op til tre forskellige grupper af passiver. Det drejer sig om: indlån, fremmekapital og egenkapital. Indlånene har den absolut højeste prioritet, hvorfor de betales tilbage først ved et eventuelt fallit. Dernæst betales, hvad betales kan af fremmekapital. Der skelnes ikke mellem betaling af fremmedkapital udgjort af obligationer eller CoCo-obligationer. Dette kommer sig af, at CoCo-obligationer i en fallitsituation enten er konverteret til egenkapital eller bliver konverteret til egenkapital. Og egenkapitalen får sjældent noget i en fallitsituation.

Grundet den fraværende MM-effekt i praksis samt en eventuel lammelse af væksten, skal banker disciplineres med omtanke.

1.5 Fremtidig regulering af banker

[IIF (2011)] beskriver, hvorledes internationale og regionale samt nationale stramninger af bankregulering uundgåeligt påvirker realøkonomien. Der omtales ni felter indenfor bankregulering, hvor der strammes op. I denne afhandling er det relevant at kigge på tre af områderne, nemlig

- ændrede kapitalkrav,
- definition af og regler for SV-banker og
- resolutionsplaner.

Basel III regelsættet kan ses som værende en global komponent af de nye regelbaserede standarder. EU og USA har formelt tilsluttet sig kravene i Basel III, hvor højere krav til kapitalforhold, omdefinering af kapital, ændret afvejning af RVA og kapitaltillægskrav (engelsk: *capital surcharges*) for SV-banker indgår. Ændrede krav vedrørende kapitalforhold er blot en anden måde at skrive strengere kapitalkrav på.

Kapitalkravene til aktieejernes egenkapital som andel af bankens samlede værdi forhøjes fra 2% til 4,5%. Indfasningen påbegyndes i 2013 og skal være nået i 2015. I skrivende stund er EU-landene blevet enige om, at alle større banker skal holde minimum 9% Tier 1-kapital [Haddon (2011)]. Især stiger minimumskravene til Tier 1-kapital. I 2013 skal den udgøre 4,5% af bankens totale værdi, og i 2015 skal den være 6%.

Omdefineringen af, hvad der fremover kan godkendes som Tier 1- og 2-kapital, betyder at færre papirer af de nuværende obligationsstrukturer kan anvendes i disse kategorier, hvorfor bankerne får sværere ved at møde kapitalkravene. Sigtet med ændringen er at sikre mere kapital, som kan anvendes i en going

Tabel 1.2: Basel III minimumskapitalkrav og udfasningsplaner.
Kilde: [ICB (2011)]

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Udfasning af kapital, der ej længere er berettiget som Tier 1 eller 2			10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%
Minimum Tier 1-kapital	4%	4%	4,5%	5,5%	6%	6%	6%	6%	6%

concern situation og ikke kun i en konkurs-situation.

Når reglerne for afvejningen af risikovægtede aktiver ændres, sker det således, at risikovægtene, der f.eks. anvendes ved opgørelse af bankernes handelsbøger, øges. Det er ikke endnu klart, hvor meget vægtningen forøges, men lige meget hvad øger det kapitalkravene i bankernemindskes. Det er fordi størrelser som for eksempel Tier 1-kapitalforhold denomineres i aktiekapital over RVA.

Et eventuelt kapitaltillæg for SV-banker er også bestemt af nationale restriktioner. Flere lande lader til at indføre dette. Især dette punkt bliver behandlet senere, da godkendelse af CoCo-obligationer som Tier 1-kapital måske kan sikre SV-banker, at et sådan kapitaltillæg kan klares uden forringelse af deres konkurrenceevne.

De område- og nationalspecifikke krav i USA, euro-området, Japan, Storbritanien og Schweiz er alle indenfor allerede nævnte kategorier, nemlig ændrede kapitalkrav, omdefinering af kapital samt ekstra omkostninger for SV-banker.

Schweiz og Storbritanien har af finansielle autoriteter og kommissioner med økonomiske eksperter, FINMA (Swiss Financial Market Supervisory Authority) og ICB, fået vurderet, hvorledes bankerne kan blive mere modstandsdygtige overfor finanskriser af typen fra 2008. Begge steder er man – som mange andre heriblandt [Squam Lake Report (2010)] – kommet frem til, at problemet ikke kan løses med én *sølv kugle*, men en del af løsningen er at hæve forskellige sikkerhedsbuffere (skærpe kapitalkrav) og benytte hybridprodukter som CoCo-obligationer til at inkorporere sådanne automatiske buffere [ICB (2011)], [SIF (2010)].

Det skal tilføjes, at der i *The Dodd-Frank Act* [Dodd-Frank (2010)] (USA) – om finansreformer og beskyttelse af forbrugere – står, at et råd skal udarbejde planer for mulig anvendelse af CoCo-obligationer.

Den schweiziske kommission har erkendt betydningen af de skærpede krav, hvor de nye standarder med tilladelse af flere typer af sikkerheder indgår. Konkret betød det, at schweiziske SV-banker fik retningslinier om at holde 9% af deres kapital i CoCo-obligationer.

Dermed er CoCo-obligationer allerede en integreret del af Schweiz' næst-største banks, Credit Suisse Group (herefter: Credit Suisse), kapitalstruktur. Og selvom den største bank, Union Bank of Switzerland (herefter: UBS), har udtrykt deres skepsis [Vaughan (2011)], [Reuters (2011)], er det yderst sandsynligt, at de snart også har CoCo-obligationer på markedet med dem som udsteder.

Credit Suisse har imødekommet kravet ved at udstede CoCo-obligationer eller *Buffer Capital Notes* (BCN), som de har kaldt dem, med to forskellige tærskler (engelsk: *triggers*, triggere bruges herefter). Udstedelsen er sket af to omgange. Først ved en lukket udstedelse til en fond og derefter en offentlig udstedelse. Det er primært den offentlige udstedelse, der arbejdes med senere i afhandlingen.

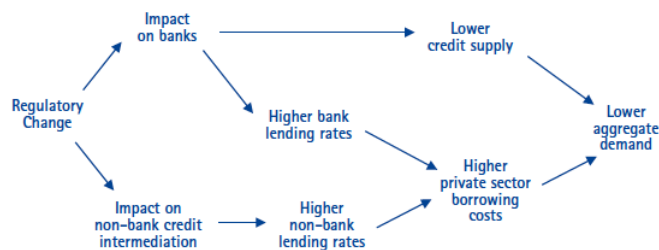
Den rapport, der er blevet udarbejdet for Storbritannian [ICB (2011)], indeholder CoCo-obligationer som en del af løsningen, men også gæld kaldet *Bail-in* obligationer. Forskellen på de to er, at CoCo-obligationer konverteres, mens banken er en *going concern*, mens Bail-in obligationer anvendes, når banken er en *gone concern*. Bail-in obligationer er ikke genstand for videre undersøgelse i denne afhandling, men man kan forestille sig, at de kan implementeres i modeller som CoCo-obligationer med en meget lav trigger. Forøvrigt har den britiske bank Lloyds Banking Group (herefter: Lloyds) allerede udstedt CoCo-obligationer kaldet Enhanced Capital Notes (ECN). Det skete ved en ombytning af underordnet gæld – det vil sige obligationer.

Hvis man ser på balancen, vil disse hybrider indgå på passivsiden. De er gældsposter, om de er konverteret eller ej. Så længe banken er en *going concern* på den rigtige side af triggeren, indgår CoCo-obligationerne under gæld. Ved konvertering eller fallit laves de om til egenkapital, og senioriteten er som tidligere beskrevet. Dette viser også, hvorfor brugen af CoCo-obligationer kan forhindre realøkonomiske problemer forårsaget af strenge kapitalbuffer-krav. Og dette er netop det forhold, man må have for øje: hvad er fordelene ved at disciplinere bankerne, så man får et mere stabilt finansielt marked kontra hvilken indvirkning det vil have på realøkonomien i form af en bremsning af væksten.

Estimerede omkostninger som følge af regelændringer

Når man skal vurdere omkostningerne ved strammere regler, skal man dels bedømme den isolerede effekt på bankerne, dels bedømme effekten for økonomien som helhed. Det handler om at betragte øget kreditomkostninger samt indskrænkning af kreditudbuddet. Helt konkret nævnes det i [IIF (2011)], at de nye bankregler kan lede til et fald i den globale produktionen på 3,2% i 2015. Det svarer til, at 7,5 millioner færre jobs end ellers bliver skabt. Der er således en akut fare for, at man for at opnå stabil økonomi undergraver vækst- og jobskabelsen. Og det på et tidspunkt, hvor verdensøkonomien er meget skrøbelig.

CoCo-obligationer synes umiddelbart at være det helt rigtige finansielle instrument, når bankerne skal håndtere de nye kapitalkrav. Mens bankerne er en *going concern* – hvilket de forhåbentligt altid vil stile efter – fungerer CoCo-obligationerne som normale obligationer og tæller med som styrkende kapital. Banken kunne også blot udstede mere egenkapital, men dette vil påvirke et vigtigt nøgletal, nemlig RoE. RoE er afkastgraden på egenkapitalen (RoE, engelsk: *return on equity*) og er et nøgletal, som bankerne altid søger at holde højt. Desto højere RoE, desto mere attraktiv er bankens aktie. RoE er simpelthen et mål for, hvor



Figur 1.2: Økonomisk reaktionsskema ved regelændringer.

Kilde: [IIF (2011)]

god en forretning banken er – hvis det altså kan kvalifices som værende udtryk for *true alpha*, og ikke bare et højt afkast på grund af risikopræmie. Det siger sig selv, at hvis banken er nødsaget til at udstede mere egenkapital, men ikke må investere den ekstra kapital i produkterne og projekter, der eventuelt kan give afkast, da vil det helt uundgåeligt påvirke deres RoE i en nedadgående retning.

Der er dog et *aber dabei*, nemlig den juridiske problemstilling vedrørende målbarheden af triggerne. Da Tier 1-forholdet måske offentliggøres en gang i kvartalet, kan det være umådeligt svært for portefølje-managere at hedge deres positioner, hvis de holder CoCo-obligationer. Dette giver anledning til en masse problemer, og indskrænker markedet enormt. For hvis ikke pensionsinstitutter og andre store investorer ændrer deres regelsæt, så vil markedet for CoCo-obligationer være utrolig segmenteret, forbeholdt de *sunde* og *gode* banker, og ikke mindst meget smalt. Det er et problem, at nogle porteføljemanagere ikke må holde aktier, og altså heller ikke CoCo-obligationer, da de i princippet kan konvertere til aktier uden, at man kan være totalt hedget mod dette.

Man kan dog argumentere for, at investeringsmandater historisk set har fulgt udviklingen på de finansielle markeder. Således startede danske pensionsinstitutter med blot at holde danske obligationer og aktier.

1.6 Forventninger til CoCo-obligationer

Generelt hersker der positivitet omkring indførelsen af CoCo-obligationer som et nyt kapitalgivende instrument for banker. Direktøren for den danske centralbank, Nationalbanken, Nils Bernstein, har i artiklen [Brogger et al. (2011)] udtrykt, at det er rimeligt at betragte CoCo-obligationer som en måde, hvorpå SV-banker kan opfylde højere kapitalkrav. I samme artikel bemærker nationalbanksdirektøren både, at de risici, der måtte komme som følge af brugen af CoCo-obligationer er noget, regulatorer må tage hånd om til den tid, og at Danmarks største bank nok ikke er SV globalt set, men at den danske stat nok ikke vil lade den gå fallit. Sidste del af hans bemærkning er ikke blot en formodning. Den danske stat hjalp i særlig grad Danske Bank under finanskrisen via Bankpakke I og II. Også de administrerende direktører for henholdsvis Nordea og Danske Bank, Christian Clausen og Peter Straarup, er begge åbne overfor brugen af CoCo-obligationer. Nordeas Christian Clausen tilføjer, at de kan være *gode*, hvis de bliver brugt *rigtigt* [Brunsden et al. (2011)]. Nordea er netop listet som en af de 29 G-SIFI'er (Systemically Important Financial Institution. G for G-20).

Selvom Schweiz har prioriteret et bedre og mere stabilt finansielt system, er landets største bank UBS stadig tilbageholdende overfor at anvende CoCo-obligationer, fordi det ikke er i aktionærernes interesse [Bart (2011)].

Andre anvendelser er også foreslået. En højtstående medarbejder i Bank of England (BoE) Andy Haldane mener, at CoCo-obligationer er et fremragende instrument og man bør overveje dets anvendelsesmuligheder ved bonusudbetalinger i banker [Treanor (2011)]. Således bliver bankledelsen ikke motiveret til at investere i risikable projekter. Haldane bruger i denne sammenhæng udtrykket: *There is an old lesson here, about eating your own cooking*. Han sætter også spørgsmålstegn ved, om en simpel hævelse af kapitalkrav kan håndtere en ny finanskrise. Det skyldes, at kapitalkravene er blevet mere komplekse at kortlægge. Derudover går der længere og længere tid mellem effektive tredjepartsrevisioner. I stedet

for at hæve kapitalkravene, bør man ifølge Haldane injektser disciplin i bankverden i form af CoCo-obligationerne.

Mark Flannery har været meget aktiv i debatten om CoCo-obligationer. Han og Enrico Perotti beskriver instrumentet som et værktøj, der virker præventivt overfor risiko i artiklen [Flannery et al. (2011)].

I artiklen [Brunsden et al. (2011)] lufter Basel-komiteen idéen om at give banker lov til at bruge CoCo-obligationer som godkendt kapital. De nævner dog problemet med definition af en brugbar trigger, men samtidig fokuserer de på, at det ikke vil være gavnligt, hvis alle banker skal til at rejse kapital på det samme marked, nemlig aktiemarkedet.

Professor fra London School of Economics Charles A. E. Goodhart udtrykker i artiklen [Goodhart (2010)] sin tvivl om CoCo-obligationernes evne til at kunne agere *counter-cykliske*. Han mener, at CoCo-obligationerne skaber større kompleksitet, hvilket underminerer markedsdynamikken. Den trigger, der anvendes ved hidtil udstedte CoCo-obligationer, er baseret på regnskabstal, hvilket er bagudskuende og derfor inefficiant i forhold til målet. Endelig adresserer han *contango*-problemet ved en trigger-begivenhed: Køber af CoCo-obligationer skal hedge sig ved at shorte aktien. Aktien skal shortes mere og mere desto tættere, man kommer på triggeren. Dette kan skabe en nedadgående og selvforstærkende spiral (engelsk: *death spiral*). Iøvrigt tvivler Goodhart på, at ejerne vil have et økonomisk incitament til at udstede CoCo-obligationer, og om de er tilstrækkelig likvide. Hans reservation går således både på udbuds- og efterspørgselssiden.

I artiklen [Allen et al. (2011)], der omhandler implikationerne for den finansielle stabilitet, når banker opererer internationalt, nævner seks professorer fra forskellige universiteter, at CoCo-obligationer kan være et middel til at disciplinere banksektoren.

Rapporten [Squam Lake Report (2010)] giver 15 økonomiprofessorers bud. De mener, at hvis man alene hæver kapitalkravene, overvæltes omkostningen på kunderne, hvilket de ikke anser for ønskeligt. CoCo-obligationerne fremhæves som et instrument, der kan give bankerne en stødpude i krisetider. Ydermere giver det ejerne et incitament til at undgå en triggerudløsning, hvor CoCo-obligationer konverteres og dermed udvander den eksisterende egenkapital. Rapporten beskriver også de problemer, der kan være ved triggeren. Dette løses dog ved at bruge to triggere: en intern som går på bøgerne, og en ekstern der kan være styret af regulatorer. Rapporten slår også på, at reglerne omkring brugen af CoCo-obligationer skal harmoniseres. I modsat fald kommer der uens konkurrencevilkår. Her afviger vurderingen fra [ICB (2011)]. Endelig vedkender de sig det problem, at der blandt eksperter ikke vil være konsensus om effekten af CoCo-obligationer, da *to økonomer giver tre formodninger*.

I artiklen [Goodhart (2011)] har Goodhart allieret sig med grundlæggeren af Intelligence Capital, Avinash Persaud. De behandler ICBs anbefalinger vedrørende stabilisering af det britiske finansmarked og lægger vægt på, at CoCo- og Bail-in-obligationerne er skabt til at håndtere en enkeltbanks fallit. Men som de skriver: "Waterproofing individual compartments did not save the Titanic from sinking either" – de mener simpelthen, at CoCo-obligationer vil lede til endnu hurtigere og mere komplette konkurser.

I artiklen [Columba (2009-II)] diskuteres tre italienske økonomer, hvordan det finansielle system kan forbedres. De erkender, at der ikke findes en mirakelkur, men at noget af løsningen kan være at bruge "systemic reverse convertible type securities" – a la CoCo-obligationer.

1.7 Definitioner

I modelgennemgangen anvendes forskellige udtryk. Disse beskrives her.

Deposit er oversat med indlån, men dækker alle former for lån, der ikke er aktier eller obligationer. Det er derfor også *over night*-lån mellem banker. Indlån har absolut højeste prioritet, herefter følger obligationer og aktier.

Udover CoCo-obligationer findes der en række former for fremmedkapital. I opgaven eksisterer der blot normale obligationer (herefter: obligationer) og CoCo-obligationer. Obligationerne fungerer som det der i litteraturen kaldes underordnet gæld (engelsk: *subordinated debt*).

Ejerne, aktieejerne, egenkapitalsholderne og egenkapitalsejerne er alle udtryk for holderne af egenkapitalen, og der refereres til samme agent, ved vekselvirken af forskellige benævnelser. På samme vis er obligationsejere og holdere også to udtryk for samme agent.

Der findes naturligvis flere forskellige former for aktier og obligationer. For at kunne fastholde fokus antages det, at der blot findes én slags aktier og én slags obligationer. Der eksisterer således ikke aktier, som giver anledning til flere stemmer ved eventuelle generalforsamlinger endsige obligationer med forskellige løbetider.

Symbolforklaringstabeller til modellerne i kapital 2 og 3 kan findes i bilag B.1 og C.1.

Kapitel 2

Pennacchi: Kreditspænd og asset substitution

I dette kapitel præsenteres modellen (herefter: Pennacchi) beskrevet i [Pennacchi (2010)]. Her modelles en banks aktiver efter en springdiffusionsproces, og der opereres med posterne: indlån, CoCo-obligationer, normale obligationer og egenkapital (aktier) på passivside. Der undersøges udelukkende tilfælde med tre gældsposter af gangen. Således er *alle* bankens obligationer enten CoCo-obligationer eller normale obligationer.

Bankens kapitalstruktur tages for givet, og Pennacchi undersøger, hvordan gearing, risikoprofil samt vilkår for gældsudstedelse påvirker ydelsen, gældskøber vil afkræve. Det analyseres endvidere, om forskellige udstedelser forøger asset substitutionsincitamentet.

Pennacchi udskiller sig ved mulighed for spring i aktivværdien, dynamisk tilpasning af indlånsstørrelsen samt brug af stokastisk rente og et præspecificeret ligevægtsniveau for kapitalforhold.

2.1 Antagelser

I de næste afsnit beskrives modellens antagelser vedrørende passover og aktiver. Først egenskaberne for bankens aktiver, så indlån, CoCo-obligationer, aktier og endelig obligationer.

Bankens aktiver

Antag, at bankens aktiver til tidspunkt t er givet ved A_t . Ændring i aktivværdien følger af afkast på aktiverne samt pengeind- og udstrømning. Her fokuseres alene på ændringer forårsaget af afkastet på aktiverne. Toptegnet $*$ markerer, at ændringer som følge af nettopengestrømmen er udeladt. Det instantane afkast på bankens aktiver følger, under det risikojusterede Q -mål, afkastprocessen

$$\frac{dA_t^*}{A_t^*} = (r_t - \lambda_t k_t)dt + \sigma dz + (Y_{q_t-} - 1)dq_t, \quad (2.1)$$

hvor σ er standardafvigelsen, og dz er en *standard* brownsk bevægelse under Q -mål. Udtrykket "standard" benyttes om en brownsk bevægelse med varians lig 1 (se [Lawler (2006)]).

q_t er en Poisson tælleproces, der tiltager med e , ved hver Poissonfordelt begivenhed – her *et spring*. Således er dynamikken for q_t

$$dq_t = \begin{cases} 1 & \text{hvis spring} \\ 0 & \text{ellers} \end{cases} \quad (2.2)$$

λ_t er den risikojusterede forventede springhyppighed, og den risikojusterede sandsynlighed for at q_t øges med 1 er *de facto* $\lambda_t dt$. Y er en mængde af tal, der afgør springenes fortegn og størrelse. Eftersom q_t er en tælleproces er mængden af tal i Y indeholdt i de naturlige tal, $\{Y_n\}_{n \in \mathbb{N}}$. Det fungerer sådan, at til tidspunkter, hvor $q_{t-} = n - 1$ og $q_t = n$ er der en diskontinuert ændring i værdien af bankens aktiver (et spring). Denne sker til tidspunkt t og er

$$A_{t+}^* = Y_{q_t-} A_{t-}^*, \quad (2.3)$$

hvor Y_{q_t-} er en lognormalfordelt variabel, der først kendes til tidspunkt t . Med (2.1) følger, at for $Y_{q_t-} > 1$ er der et spring opad i værdien af bankens aktiver og omvendt. k_t er defineret som forventningen til det risikojusterede spring i værdien for bankens aktiver

$$k_t \equiv E_t^Q [Y_{q_t-} - 1]. \quad (2.4)$$

Eftersom Poissonprocessen er uden hukommelse, er den risikojusterede sandsynlighed for spring og springstørrelsen uafhængige af hinanden, hvorfor den forventede risikojusterede ændring over intervallet dt i A^* fra springkomponenten $(Y_{q_t-} - 1) dq_t$ er $\lambda_t k_t dt$.

En sti dannet ud fra (2.1) vil mestendels være kontinuerlig, men der vil dog forekomme en endelig mængde spring af forskellige størrelser. Springenes timing er bestemt af den Poissonfordelte variabel q_t og springstørrelsen afhænger af den stokastiske variabel Y_{q_t-} .

Indlån

Værdien af indlån til tidspunkt t noteres som D_t , og det antages, at der er omgående udløb på dem. Når der simuleres med tidssteppet *1 dag*, svarer dette til en form for *over night*-lån som nævnt i afsnit 1.4.

Renten på indlån er kompetitiv. Nogle indlån vil være dækket af statslige eller private enheder. I USA kunne dette være FDIC¹, i Danmark indskydergaranti.² Denne sikkerhed betaler banken en præmie for, betegnet som kreditspændet på indlån h_t . Idet banken via forsikring har gjort indlån risikofri, ydes den risikofirente, r_t , på dem. Er indlånene ikke dækket, vil långiveren kræve en præmie svarende til h_t (denne modelleres senere i afsnit 2.1). Derfor skal banken – forsikret eller ej – betale en kontinuerlig præmie på deres indlån på $(r_t + h_t) D_t dt$. Størrelsen på bankens indlån ændres blot af cashflow fra ind- og udlån.

Som beskrevet i kapitel 1 har en bank typisk et mål for deres kapitalforhold, hvor den søger at holde et præspecificeret forhold mellem deres kapital og indlån. Det sker for at overholde regulativer og sikre

¹Federal Deposit Insurance Corporation, <http://www.fdic.gov/>

²Indskydergarantifonden, <http://www.gii.dk/>

en bæredygtig bankforretning. Er værdien af indlån relativt højt sammenlignet med bankens kapital, kan indlån ikke indfries i fuldt omfang i tilfælde af chok (spring) i økonomien. Derved risikerer banken at gå konkurs. Et chok i Pennacchi modelleres som et spring (nedad) i aktivværdien. Virkelighedsparallellen er et pludseligt, markant udlånstab (se eventuelt tabel 1.1). Resultater fra [Adrian and Shin (2010)] fastslår, at banker arbejder med kapitalforholdsmål, og at værdien af indlån er voksende, når der er overskydende kapital. Derfor antages det, at væksten i indlån er positivt påvirket af bankens aktiver-til-indlånsforhold (engelsk: *asset-to-deposit ratio*, herefter: A-t-I), som noteres $x_t \equiv \frac{A_t}{D_t}$. Indlån antages at følge dynamikken

$$\frac{dD_t}{D_t} = g(x_t - \hat{x}), \quad (2.5)$$

hvor g er en positiv konstant og $\hat{x} > 1$ er det niveau, banken har som mål for A-t-I. Hvis $x_t < 1$ kan bankens aktiver ikke dække indlån, og banken vil typisk gå fallit. Overstiger det faktiske niveau målet for A-t-I, vil banken øge D_t ved nye indlån, hvilket ses af indmaden i parentesen i (2.5). Det forsætter indtil $x_t = \hat{x}$, og fungerer naturligvis omvendt, når banken ligger under målet. Således skabes en *mean-reverting*-effekt for x_t . I Pennacchi sker fallit til tidspunkt t_f , hvor $A_{t_f} \leq D_{t_f}$, der svarer til $x_t \leq 1$.

Ved fallit deles tabet proportionelt mellem indlånsholdere henholdsvis med og uden forsikring³. Dette er givet ved $D_{t_f} - A_{t_f}$. Eftersom indlån har omgående udløb, kan et tab herpå alene udløses af et spring til fallit.

Fordi indlån altid kompenseres med kreditpræmie, vil ændringer i kapitalen eller design af andre fordringer ikke påvirke dem. Påvirkningen af bankens fordringer ved ændringer i kapitalforhold, obligationskontraktsvilkår eller risikoprofil kan derfor undersøges uden hensyntagen til værdioverførsel til eller fra indlånsholdere.

CoCo-obligationer

To forskellige designs for CoCo-obligationer vil blive gennemgået. Først CoCo-obligationer designet lignende præsentationen i [Flannery (2009a)]. Derpå et design af CoCo-obligationer med en dobbelttrigger som set i [McDonald (2009)].

Det antages, at CoCo-obligationer udstedes til tidspunkt $t = 0$ med pålydende værdi B_0 ⁴ og udløb ved $T > t$. Så længe CoCo-obligationerne ikke er konverteret eller udsteder er gået fallit, udbetales der løbende kupon af $cBdt$.

CoCo-obligationer konverterer ved triggeren, $\bar{x}_t$, der qua afsnit 2.1 er $\bar{x}_t > 1$. Hvilket er ækvivalent med $x_t \leq \bar{x}_t$. Dette tidspunkt opfylder kravene for en stoppetid og markeres ved t_c (c for *conversion*). Ved konvertering er værdien af CoCo-obligationer

$$V_{t_c} = \begin{cases} pB & \text{hvis } pB \leq A_{t_c} - D_{t_c} \\ A_{t_c} - D_{t_c} & \text{hvis } 0 < A_{t_c} - D_{t_c} \leq pB \\ 0 & \text{hvis } A_{t_c} - D_{t_c} \leq 0, \end{cases} \quad (2.6)$$

³Denne antagelse er inspireret af guidelines fra FDIC i fald af fallit.

⁴I program $B = 1$.

hvor p er konverteringsparameteren. For $p < 1$ ($p > 1$) konverteres CoCo-obligationer til egenkapital med rabat (præmie).

Idet den totale kapital til tidspunkt t_c er positiv, men ikke tilstrækkelig til fuld konvertering, altså $0 \geq A_{t_c} - D_{t_c} > 0$, vil CoCo-obligationerne konverteres til en andel af egenkapitalen svarende til den resterende kapital, der er lig $A_{t_c} - D_{t_c}$. I det sidste tilfælde, hvor værdien af bankens kapital er nul eller negativ, er den per definition gået fallit, og CoCo-obligationsejerne modtager ingenting. Ved simulering kontrolleres for fallit ved hvert tidsstep, hvorfor situationer med mindre end fuld konvertering skal forudsættes af et spring i aktivværdien.

Egenkapital

Udover indlån og obligationer finansierer banken sig også gennem dens initiale beholdning af egenkapital. Værdien af egenkapital til tidspunkt t noteres ved E_t . Såfremt banken alene har udstedt CoCo-obligationer, der ikke at være konverteret, vil egenkapitalens værdi ved udløb, $t = T$, være $E_T = A_T - B - D_T$. Hvis CoCo-obligationerne konverterer, vil værdien af (den originale) egenkapital være

$$E_{t_c} = \begin{cases} A_{t_c} - D_{t_c} - pB & \text{hvis } pB \leq A_{t_c} - D_{t_c} \\ 0 & \text{hvis } A_{t_c} - D_{t_c} \leq pB, \end{cases} \quad (2.7)$$

hvor t_c som før indikerer stoppetiden $x_t \leq \bar{x}_t$. Bemærk, at hvis CoCo-obligationerne udløber eller konverterer, da vil værdien af egenkapitalen være givet ved bankens nettoværdi af kapital, nemlig $A_t - D_t$. Dette svarer til det midterste tilfælde af (2.6), hvor værdien af bankens nettokapital ikke er adækvat for fuld konvertering. Her bliver (tidligere) CoCo-obligationsejerne de nye ejere og får aktier med værdi svarende til $A_t - D_t$.

Efter udløb eller konvertering kan nye CoCo-obligationer udstedes til deres fair pris B , uden at der vil være en prompte effekt på værdien af egenkapitalen. Således er modellens værdifastsættelse af eksisterende CoCo-obligationer og aktier konsistent med, hvad der måtte udstedes af nye (fair prisfastsatte) CoCo-obligationer efter udløb eller eventuelt konvertering.

Triggeren

Triggeren noteres som $\bar{x}_t$. Denne trigger fungerer som en absorberende barriere. Første gang $x_t \leq \bar{x}_t$, konverteres CoCo-obligationerne. Antag, at konverteringen sker ved tidspunkt $t = t_h$, hvor der nøjagtigt gælder, at $x_{t_h} = \bar{x}_{t_h}$. Som tidligere beskrevet sker dette blot, når der ej har været spring til konvertering. Det er urealistisk at forestille sig et spring til eksakt konvertering. Ved et spring forventes det dermed, at der – idet der springes under tærsklen – springes strengt under tærsklen, $x_t < \bar{x}_t$.

Triggeren kan have forskellige designs specificeret i de respektive CoCo-obligationskontrakter. I Pennacchi anvendes forholdet aktivværdi-til-indlån (A-t-I) $\frac{A_{t_h}}{D_{t_h}}$ og aktiekapital-til-indlån (E-t-I) er således indirekte en del af triggeren. Det tilføjes, at forholdet mellem kapital – egen- og obligationskapital – benyttes ved undersøgelse og er $x_t - 1 = \frac{E_t + B}{D_t} = \frac{A_t - D_t}{D_t}$. Forholdet forkortes K-t-I.

Markedsværdien af bankens aktiver er ikke direkte observerbar. Dog kan værdien af egenkapitalen, E_t , samt den pålydende værdi for CoCo-obligationer, B , og endelig værdien af indlån, D_t , observeres. Og triggeren kan, via sammenhængen beskrevet i første linie af (2.7), udtrykkes ved observerbare størrelser. En trigger udtrykt ved E-t-I, $\bar{e}$, er således givet ved

$$\bar{e} = \frac{E_{t_h}}{D_{t_h}} = \frac{A_{t_h} - D_{t_h} - pB}{D_{t_h}} = \frac{A_{t_h}}{D_{t_h}} - \frac{D_{t_h}}{D_{t_h}} - p\frac{B}{D_{t_h}} = \bar{x}_{t_h} - 1 - pb_{t_h}, \quad (2.8)$$

hvor $b_t \equiv \frac{B}{D_t}$ er forholdet CoCo-obligationsværdi-til-indlån til tidspunkt t .

Nu kan A-t-I-triggeren effektivt udtrykkes ved observerbare elementer

$$\bar{e} = \bar{x}_{t_h} - 1 - pb_{t_h} \Leftrightarrow \bar{x}_{t_h} = 1 + \bar{e} + pb_{t_h}. \quad (2.9)$$

Ergo skal konverteringsparameteren p , forholdet b_{t_h} og det i markedet observerbare forhold $\bar{e}$ kendes. Antag for et øjeblik, at

$$p = 1, \quad b_{t_h} = 4\% \quad \text{og} \quad \bar{e} = 2\%.$$

Det betyder, at triggeren rammes, når aktiekursen falder til 2% af indlån. Når det sker, konverteres CoCo-obligationer til ny egenkapital med værdien 4% af indlån (se eventuelt sammenhæng i (2.8)), og således er den totale kapital 6% af indlån – hvilket svarer til, A-t-I og således $\bar{x}_{t_h} = 1,06$. Hvis man ændrer p , så

$$p = 0,9; \quad b_{t_h} = 4\% \quad \text{og} \quad \bar{e} = 2\%,$$

vil CoCo-obligationer nu konverteres med rabat. Når aktiekursen falder til 2% af indlån, konverteres til aktier udgørende $pb_{t_h} = 0,9 \cdot 4\% = 3,6\%$ af indlån, og triggeren er dermed $\bar{x}_{t_h} = 1,056$.

Idet triggeren udtrykkes ved aktiekursen, og CoCo-obligationer konverteres med rabat, da vil – *ceteris paribus* – den resulterende totale kapital være lavere end, hvis konverteringen skete i forholdet en-til-en, dvs. $p = 1$. For at justere for dette kan man vælge at lade $\bar{e}$ afhænge af p . Fra (2.9) haves, at effekten ved ændret p er b . Dermed skal triggeren korrigeres som

$$\bar{e}_p = \bar{e}_{p=1} + (1-p)\frac{B}{D_0} = \bar{e}_{p=1} + (1-p)b_0. \quad (2.10)$$

Indsættes dette i den trigger, vi tidligere har koncentreret os om, $\bar{x}_{t_h}$, haves, at

$$\bar{x}_{t_h} = 1 + (\bar{e}_{p=1} + (1-p)b_0) + pb_{t_h} = 1 + \bar{e}_{p=1} + b_0 - pb_0 + pb_{t_h} = 1 + \bar{e}_{p=1} + b_0 + p(b_{t_h} - b_0), \quad (2.11)$$

hvor ændringen fra udgangspunktet $p = 1$ ganges med b_0 og lægges oveni (eller trækkes fra, hvis $p < 1$).

Denne justering sikrer, at nettokapitalen er større end værdien af CoCo-obligationer, når konvertering sker med rabat, $A_{t_h} - D_{t_h} > B$, hvilket står ækvivalent med $\bar{x}_{t_h} > 1 + b_{t_h}$. Dermed undgår man også situationen, hvor CoCo-obligationer ikke er konverteret, men der alligevel ikke er nok total kapital til at betale hovedstolen, B , igen ved udløb.

Idet konvertering sker ved triggeren beskrevet ved værdien af den originale egenkapital, nemlig $E_{t_h} = \bar{e}D_{t_h}$, og antallet af originale aktier er N , er stykprisen på aktierne $\frac{E_{t_h}}{N} = \frac{\bar{e}D_{t_h}}{N}$. Og det kan udregnes, hvor mange nye aktier, der kommer ved eventuel konvertering. Når en CoCo-obligation konverterer ved triggeren har den værdien pB , og det er trivielt, at der kommer følgende antal nye aktier

$$\frac{\text{Værdi af CoCo ved konvertering}}{\text{Stykpris}} = \frac{pB}{\frac{\bar{e}D_{t_h}}{N}} = \frac{pBN}{\bar{e}D_{t_h}}. \quad (2.12)$$

Hvis konverteringen ikke sker præcis ved triggeren, så er $x_t < \bar{x}_t$, og $E_t < \bar{e}D_t$, kan der måske ikke udstedes aktiekapital til værdien pB_t . Når der som følge af konvertering udstedes et nyt antal aktier lig $\frac{pBN}{E_t}$, og værdien af den nye aktiekapital er pB , da beholder de originale ejere en positiv del af den nye, samlede egenkapital. Men i fald der udstedes et nyt antal aktier lig $\frac{pBN}{E_t}$, og stykprisen falder meget tæt på nul, da haves en indikation på, at CoCo-obligationer ikke kan konverteres til tilstrækkelig værdi, og værdien af den oprindelige egenkapital fortyndes voldsomt.

I et simpelt eksempel med en ejer, der holder en aktie til kurs 1 og en CoCo-obligationsejer med en CoCo-obligation, der har pålydende værdi 1, vil der ved en konvertering ($p = 1$ for nemheds skyld), hvor aktiekursen er faldet til DKK 0,01, altså 1 øre; ifølge (2.12) tilkomme CoCo-obligationsejeren

$$\frac{\text{Værdi af CoCo ved konvertering}}{\text{Stykpris}} = \frac{1 \text{ aktie/CoCo-obl.} \cdot 1 \text{ DKK/CoCo-obl.} \cdot 1 \text{ aktie}}{1 \text{ øre/aktie}} = 100 \text{ (nye) aktier.}$$

Og den forhenværende CoCo-obligationsejer har nu solid aktiemajoritet. Her kan det diskuteres, hvilken type aktier, der tilvejebringes ved konvertering. Klassifikationen af disse kan nemlig tænkes at være *preferred* – altså aktier med begrænset eller ingen stemmeret. Myndighederne bør øge overvågning og kontrol af banker, hvor konvertering er sket efter voldsomt fald i aktiekursen, så de tidligere CoCo-obligationsejere har aktiemajoriten. En sådan situation kan nemlig kalde på behovet for at udarbejde og iværksætte resolutionsplaner.

Obligationer

En kapitalstruktur med obligationer i stedet for CoCo-obligationer giver et sammenligningsgrundlag, hvor incitamentet til asset substitution kan vurderes. Pålydende værdi, udstedelse og udløb er stadig henholdsvis B , 0 og T . Også kuponerne bliver fortsat udbetalt kontinuert. Banken går fallit, når værdien af den totale fremmedkapital, $B + D_t$, overstiger værdien af bankens aktiver, A_t , og obligationens værdi er

$$V_{t_c}^{sub} = \begin{cases} A_{t_c} - D_{t_c} & \text{hvis } 0 \leq A_{t_c} - D_{t_c} \leq B \\ 0 & \text{hvis } A_{t_c} - D_{t_c} \leq 0, \end{cases}. \quad (2.13)$$

Toptegnet *sub* indikerer underordnet (engelsk: subordinated). Som ved CoCo-obligationen fortsætter strømmen af kuponbetalinger til udløb, T , idet banken ikke går fallit.

CoCo-obligationer med dobbelttrigger

[McDonald (2009)] udvider triggeren fra [Flannery (2009b)] således, at konvertering sker som resultatet af brud på to triggerniveauer. Konverteringen bliver nu ikke blot effektueret af en individual aktivværdi-trigger, men også af en indeks-trigger. Begge triggerniveauer skal være brudt, før der konverteres.

Motivationen for at anvende en dobbelttrigger er at sikre, at der kun udstedes ny egenkapital som følge af en systemisk krise. Således kan banken gå fallit uden forudgående konvertering, og man har dermed en gældspost der afhængig af situationen kan have forskellige egenskaber: Under en finanskriser vil den optræde som CoCo-obligation og under normale omstændigheder som obligation.

Der henvises til bilag B.4, eftersom resultatet ved brug af dobbelttrigger fungerer ganske intuitivt. Bilaget gennemgår den tekniske modellering. Under afsnit 2.2 kommenteres resultater ved brug af dobbelttrigger, men der udføres ikke videre analyse.

Bankens aktiver og passiver er nu beskrevet. Ved simulering af aktivudvikling, skal det endelige resultat blandt andet bruges til at bestemme nutidsværdien af kuponbetalingrækken samt eventuelt konvertering eller hovedstol. Derfor skal man kende den rette diskonteringsfaktor, som bliver gennemgået i næste afsnit.

Risikofri rentestruktur

Antag, at den risikofri rentes dynamik er beskrevet ved CIR-processen

$$dr_t = \kappa(\bar{r} - r_t)dt + \sigma_r \sqrt{r_t}d\zeta, \quad (2.14)$$

hvor $d\zeta$ er en brownsk bevægelse, der opfylder $d\zeta dz = \rho dt$. Denne proces stammer fra [Cox et al. (1985)].

Idet rentedynamikken er givet ved (2.14), da er prisen på en risikofri nulcuponsobligation (NKO), der udbetaler 1 om $\tau \equiv T - t$ år, givet ved

$$P(r_t, \tau) = A(\tau)e^{-B(\tau)r_t}, \quad (2.15)$$

hvor

$$A(\tau) \equiv \left[\frac{2\theta e^{(\theta+\kappa)\frac{\tau}{2}}}{(\theta+\kappa)(e^{\theta\tau}-1)+2\theta} \right]^{\frac{2\kappa\bar{r}}{\sigma_r^2}}, \quad B(\tau) \equiv \frac{2(e^{\theta\tau}-1)}{(\theta+\kappa)(e^{\theta\tau}-1)+2\theta} \quad \text{og} \quad \theta \equiv \sqrt{\kappa^2 + 2\sigma_r^2} \quad (2.16)$$

Lad c_r være kuponraten for en risikofri obligation, der betaler kontinuerlige kuponer af størrelsen $c_r F dt$ indtil udløb om τ år, hvor F er pålydende værdi. Da vil den fair kuponrate være

$$c_r = \frac{1 - A(\tau)e^{-B(\tau)r_t}}{\int_0^\tau A(s)e^{-B(s)r_t}ds} = \frac{1 - A(\tau)e^{-B(\tau)r_t}}{\sum_{i=1}^{i=n} A(\Delta t \times i)e^{-B(\Delta t \times i)r_t} \Delta t}, \quad (2.17)$$

hvor $n = \frac{\tau}{\Delta t}$.

Rentespænd på indlån

h_t er præmien på indlån som følge af deres kreditrisiko, og beskrives som en funktion af A-t-I, x_t . Det er muligt, når den risikojusterede fordeling for afkastet på bankens aktier er defineret.

Banken lukkes af myndighederne eller modpart, der har garanteret indlån, når $x_t \leq 1$. Som tidligere nævnt lukkes banken ved $x_t = 1$ og $A_{t_b} = D_t$, hvis der ikke har været spring til fallit, og indlånsholderne lider ikke tab. De kan kun udsættes for tab ved spring til fallit. Når simulationsresultaterne senere beskrives, er det klart, at springfaktorerne har stærk påvirkning for blandt andet indlånene.

Hvis et spring til fallit sker til tidspunkt $\hat{t}$, er det øjeblikkelige proportionale tab for indlånsholderne givet ved $\frac{D_t - Y_{q_t-} A_{t-}}{D_t}$. Til ethvert tidspunkt reflekterer creditspændet, h_t , den risikojusterede forventning til dette og er givet ved

$$h_t = \lambda_t E_t^Q \left[\max \left(\frac{D_t - Y_{q_t-} A_{t-}}{D_t}, 0 \right) \right]. \quad (2.18)$$

Det antages, at λ_t er konstant. Altså, $\lambda_t = \lambda$. Og at de risikojusterede springstørrelser er uafhængige og individuelt fordelt ved lognormalfordelingen $\ln(Y_{q_t-}) \sim N(\mu_y, \sigma_y^2)$. Dermed er k_t givet ved

$$k_t \equiv E_t^Q [Y_{q_t-} - 1] = e^{\mu_y + \frac{1}{2}\sigma_y^2} - 1 \quad (2.19)$$

og ligeledes konstant. Med disse antagelser kan det vises (se bilag B.3), at

$$h_t = \lambda \left[N(-d_1) - x_{t-} e^{\mu_y + \frac{1}{2}\sigma_y^2} N(-d_2) \right], \quad (2.20)$$

hvor

$$d_1 = \frac{\ln(x_{t-}) + \mu_y}{\sigma_y} \quad \text{og} \quad d_2 = d_1 + \sigma_y. \quad (2.21)$$

Værdifastsættelse af CoCo-obligationer

Vi ved, at værdien af egenkapital til tidspunkt $t < t_h$ er

$$E_t = A_t - D_t - pB \Leftrightarrow E_t + pB = A_t - D_t, \quad (2.22)$$

hvilket betyder, at hvis værdien af CoCo-obligationer kan udledes, da vil værdien af egenkapital være residualbestemt. Det betyder, at ændringer i modellens tilstandsvariabler, x_t og r_t , blot vil skifte værdidistributionen mellem CoCo-obligationsholderne og ejerne. Denne egenskab udnyttes ved undersøgelse af asset substitutionsincitamentet.

Antag, at CoCo-obligationerne ved udstedelse har værdien V_0 , og at kupon, c , sættes, så denne er i overensstemmelse med arbitragefri prisfastsættelse. Altså $V_0 = B$. Dette sker rent praktisk ved udvælgelse af et interval for x_t samt c_t og løse for V_0 ved de forskellige kombinationer⁵.

⁵Denne metode er ikke lig metoden benyttet i artiklen [Pennacchi (2010)], hvor der itereres over c indtil $V_0 = B$. Resultaterne mellem de to metoder afviger minimalt fra hinanden.

Helt nøjagtigt bestemmes CoCo-obligationsprisen med given kupon ved den gængse martingaltgang, hvor den risikojusterede prisfastsættelse er

$$V_0 = E_0^Q \left[\int_0^T e^{-\int_0^t r_s ds} v(t) \right]. \quad (2.23)$$

Her er $v(t)$ den pengestrøm (kuponrate) pr. tidsenhed, CoCo-obligationsejeren modtager til tidspunkt t . Og så længe banken ikke er gået fallit eller CoCo-obligationskapitalen er konverteret, da vil (den årlige) pengestrøm være $c_t B$, hvor $c_t = c$ for den faste kupon.

Hvis CoCo-obligationerne ikke er konverteret ved udløb, T , eller banken ikke er gået fallit, da vil den sidste betaling falde – nemlig hovedstolen, B . Præcis som tidligere beskrevet vil et engangsbeløb givet ved (2.6) overføres til CoCo-obligationsejerne, hvis CoCo-obligationskapitalen konverterer. Idet dette er sket til tidspunkt t_c , gælder der efterfølgende, at $v(t) = 0$ for $t > t_c$.

I [Pennacchi (2010)] benyttes Monte Carlo (MC) simulationsteknik af [Boyle (1977)] til at udregne (2.23). Det kan lade sig gøre, idet man kender initialværdierne for aktiver, indlån og den risikofri rente, altså: A_0 og D_0 respektivt. I denne afhandling er der også benyttet MC-simulation, men metoden til at finde ligevægtskuponen er en anelse anderledes end den foreslåede. Der henvises til bilag ?? for kode.

Processen for bankens aktiver er afkastet på aktiverne fratrukket rente og præmie til indlånsholderne samt – så længe disse eksisterer – kuponer til CoCo-obligationsejere, hvor alle størrelser er risikojusterede. Altså,

$$dA_t = [(r_t - \lambda k)A_t - (r_t + h_t)D_t - c_t B] dt + \sigma A_t dz + (Y_{q_t-} - 1)A_t dq \Leftrightarrow \quad (2.24)$$

$$\frac{dA_t}{A_t} = \left[(r_t - \lambda k) - (r_t + h_t) \frac{D_t}{A_t} - c_t b_t \frac{D_t}{A_t} \right] dt + \sigma dz + (Y_{q_t-} - 1) dq_t. \quad (2.25)$$

Vi har $x_t = \frac{A_t}{D_t}$, hvilket indsættes som x_t^{-1}

$$\begin{aligned} \frac{dA_t}{A_t} &= [(r_t - \lambda k) - (r_t + h_t)x_t^{-1} - c_t b_t x_t^{-1}] dt + \sigma dz + (Y_{q_t-} - 1) dq_t \\ &= \left[(r_t - \lambda k) - \frac{r_t + h_t + c_t b_t}{x_t} \right] dt + \sigma dz + (Y_{q_t-} - 1) dq_t. \end{aligned} \quad (2.26)$$

Bemærk, at man ved tredje led i de kantede parenteser har forlænget med D_t i tæller og nævner. Så $\frac{c_t B}{A_t} \cdot \frac{D_t}{D_t} = \frac{c_t B D_t}{A_t D_t} = c_t b \frac{D_t}{A_t} = c_t b x_t^{-1}$.

Vi kan nu opskrive den risikojusterede proces for forholdet A-t-I, fordi vi har dynamikken for indlån givet ved (2.5), og vi har netop udledt (2.26).

$$\begin{aligned} \frac{dx_t}{x_t} &= \frac{dA_t}{A_t} - \frac{D_t}{D_t} \\ &= \left[(r_t - \lambda k) - \frac{r_t + h_t + c_t b_t}{x_t} - g(x_t - \hat{x}) \right] dt + \sigma dz + (Y_{q_t-} - 1) dq_t. \end{aligned} \quad (2.27)$$

Itô's lemma på denne springdiffusionsproces giver (se eventuelt bilag B.2)

$$d\ln(x_t) = \left[(r_t - \lambda k) - \frac{r_t + h_t + c_t b_t}{x_t} - g(x_t - \hat{x}) - \frac{1}{2}\sigma^2 \right] dt + \sigma dz + \ln Y_{q_t} dq_t. \quad (2.28)$$

For en kupon, c_t , kan den risikojusterede proces for den risikofri rente, r_t , i (2.14) og logaritmen til A-t-I, $\ln(x_t)$, fra (2.28) simuleres således, at h_t til hvert tidspunkt tilfredstiller (2.20). Dynamikken for indlån, D_t , kendes fra (2.5), og det kan sluttes, at $b_t = \frac{B}{D_t}$ udvikler sig efter

$$\frac{db_t}{b_t} = d\left(\frac{1}{D_t}\right) = g(\hat{x} - x). \quad (2.29)$$

Værdifastsættelse af obligationer

Antaget, at banken ikke er gået fallit, modtager obligationsejere kontinuerte betalinger af størrelsen $c_t B dt$. Det sker, når $x_t \leq 1 + b_t$, hvor $b_t = \frac{B}{D_t}$ nu er forholdet mellem obligationer og indlån. Den tekniske værdifastsættelse fungerer på samme vis som ved CoCo-obligationerne, men i programmet sættes $\bar{e}$ som **e.bar=0**, da der ingen trigger er ved obligationer.

2.2 Effekt ved parameterændringer

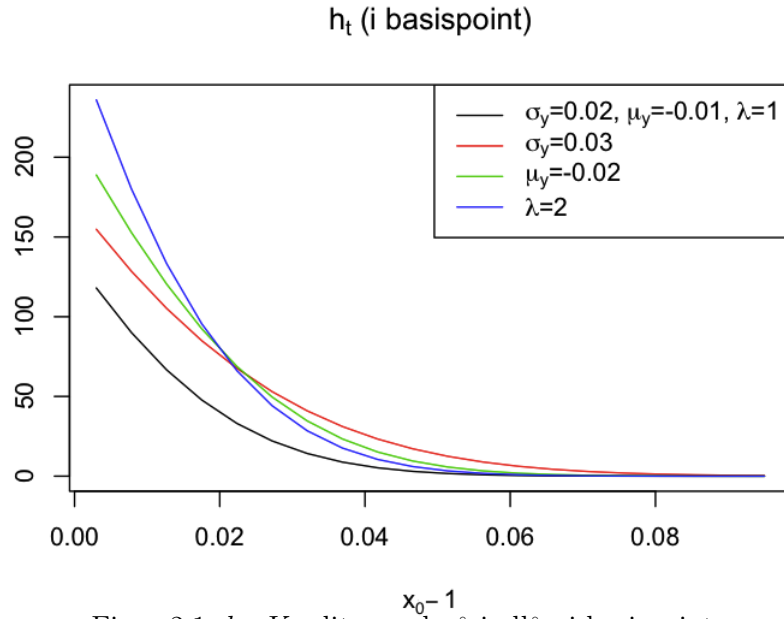
I dette afsnit undersøges, hvordan en række parametre påvirker kuponstrukturen, kreditspændet på indlån samt asset substitutionsincitamentet. Til simulation af den risikofri rentestruktur benyttes parametre estimeret i [Duan (1999)], hvor $\kappa = 0,114$; $\sigma_r = 0,07$ og $\bar{r} = 0,069$, og initialrenten antages at være $r_0 = 0,035$. Det giver en opadgående rentestruktur, hvilket bevirker, at den fair kupon for en 5-årig risikofri obligation er 4,23%.

Som benchmark anvendes parametre fra [Pennacchi (2010)], hvor bankens årlige afkast har en standardafvigelse, der stammer fra en brownsk bevægelse med volatiliteten $\sigma = 2\%$. Disse afkast er iøvrigt negativt korrelerede, $\rho = -0,2$, med ændringer i den korte rente. Og endelig er de risikojusterede forventninger til hyppigheden af spring, springstørrelse samt standardafvigelsen på størrelsen givet ved henholdsvis $\lambda = 1$, $\mu_y = -1\%$ og $\sigma_y = 2\%$.

Først undersøges effekten på kreditspænd vedrørende indlån og dernæst kuponstrukturen i forskellige setups.

Kreditspænd på indlån, h_t

Som det fremgår af figur 2.1, eksisterer der en invers sammenhæng mellem K-t-I ($x_0 - 1$) og kreditspænd på indlån. Det gælder uanset hvilke parametre, der benyttes. Hvis bankens relative kapitalmængde er høj, er sandsynligheden for, at et nedadgående spring er stort nok til at påvirke afdækning af indlån tilsvarende lav. Mod lavere værdier af K-t-I er det muligt at skelne benchmark fra de andre grafer. De er alle placeret over, eftersom de alle har absolut højere værdier for risikorelaterede parametre. Og når K-t-I=0,5%, vil bare et lille spring kunne forårsage misligholdelse af indlån, hvorfor den blå graf med



Figur 2.1: h_t . Kreditspænd på indlån i basispoint.

$\lambda = 2$ giver det største kreditspænd. Fra K-t-I = 2% skal der et større spring til at påvirke indlån, og den røde og grønne graf med henholdsvis øget springvolatilitet, $\sigma_y = 3\%$, og absolut springstørrelse, $\mu_y = -2\%$, ligger her over den blå graf. Bemærk, at den blå graf med, dobbelt så mange forventede spring, svarer til en 100% vertikal forskydning af benchmarket.

I de næste afsnit undersøges effekten for kuponstrukturen, når forskellige parameter ændres.

Kuponstruktur

I dette afsnits underafsnit præsenteres den fair kupon for nytegnede CoCo-obligationer med fast kupon. Det antages, at banken har et mål om at holde K-t-I på 10%, det vil sige $\hat{x} = 1,10$. Desuden er speed-of-reversion parameteren for indlånsvæksten givet ved $g = 0,5$. Det indebærer, at afviger bankens solvensprocent fra målet, vil den forventede reduktion i afvigelsen over det næste år være cirka halvdelen.

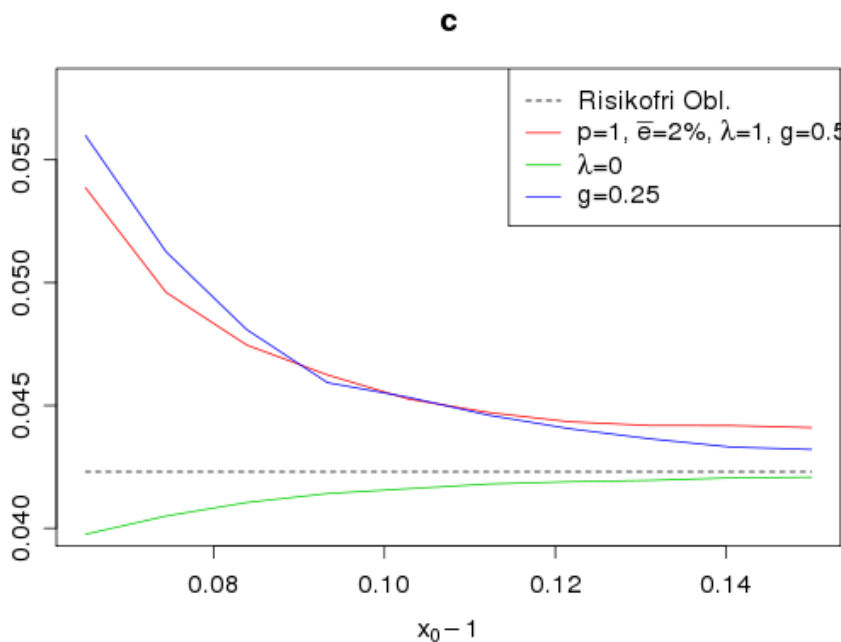
CoCo-obligationen antages at have en løbetid på fem år, $T = 5$, og en udstedelsesværdi (a pari) svarende til 4% af indlånene, $b_0 = 0,04$. Således er 4% udgjort af CoCo-obligationer og 6% af oprindelig aktiekapital, hvis banken ved udstedelse har K-t-I lig target på 10%. Den CoCo-obligationen, der er benchmark antages at konvertere til pari, altså $p = 1$. Det sker, når forholdet E-t-I falder til $\bar{e} = 2\%$. Dermed er der konvertering ved

$$\bar{x}_{th} = 1 + \bar{e} + pb_{th} = 1 + 2\% + 4\% = 1 + 6\%$$

eller lavere (hvis der har været spring til konvertering). Det svarer til, at konverteringen sker, når K-t-I $\leq 6\%$.

Således er scenen sat. I næste afsnit betragtes effekten af ændringer i springhyppigheden og mean-reversion parameteren.

Springhyppighed og mean-reverting parameter for indlånsgearing, λ og g



Figur 2.2: c. Kuponer ved forskellige værdier af initial forholdet K-t-I samt springhyppigheden og indlånstilpasningsparameteren.

Her eksisterer intet benchmark, men den risikofri obligation kan anvendes som referenceramme. To grafer (blå og rød) ligger over og en under (grøn). Af de to der ligger over, ses at deres respektive kuponstrukturer krydser hinanden ved forskellige initialværdier af K-t-I. Forskellen på de to grafer er, at den ene korrigerer sin gearede position dobbelt så hurtigt som den anden. Det betyder, at for lave værdier af K-t-I, vil grafen med højere speed-of-reversion paramenter, $g = 0,05$, give anledning til lavere kupon, da banken hurtigt korrigerer sin portefølje, så den passer med deres K-t-I. Argumentet fungerer omvendt for grafen med den tilhørende lave værdi for speed-of-reversion for indlånsgearing, $g = 0,25$. Ved høje værdier af K-t-I er sidstnævnte langsom til at øge gearing, hvilket resulterer i en mere sikker bank sammenlignet med den hurtigt korrigerende, der ved de højere værdi K-t-I hurtigt vil lade gearing følge med.

Den risikofri fem års rente antages at være 4,23% (sort stiplede graf) og figur 2.2 viser kuponstrukturen ved udstedelse for CoCo-obligationer med fast kupon. Der er brugt `npath <- 3000` simulationer. Bankens initiale K-t-I varierer mellem 6,5% til 15%. Den blå og den røde graf er begge over den risikofri obligation for alle værdier af K-t-I. Dette spænd skyldes risikoen for at konvertere til mindre end pålydende ved et nedadgående spring.

Når springhyppigheden er sat til nul, kan der aldrig konverteres lavere end ved triggeren. Det er vist simuleret ved den grønne graf. Og eftersom $p = 1$, vil CoCo-obligationsholderen altid blive kompenseret

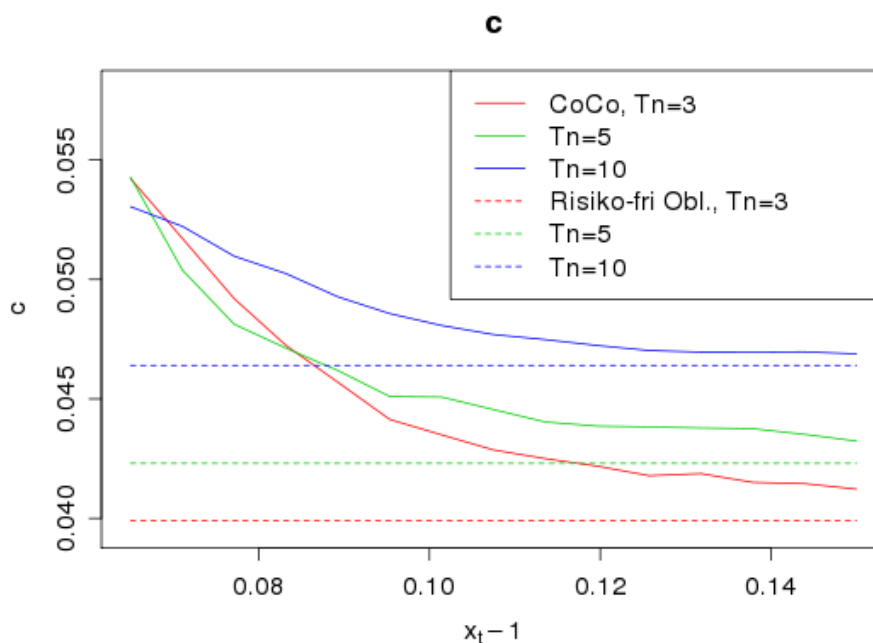
svarende til pålydende – der er altså ikke risiko for tab. Kuponstrukturen er derfor under den risikofri obligation, da sandsynligheden for at få hovedstolen igen før fem år stiger med et lavere initialt K-t-I, og kuponen vil minde mere om en en, to, eller måske tre års risikofri obligation.

Muligheden for spring har således en vigtig betydning for prisfastsættelsen af CoCo-obligationer. Og det er oplagt at forestille sig finansielle kriser modelleret som spring.

Fra den røde til den blå graf er speed-of-reversion-parameteren for indlånsudviklingen ændret fra $g = 0,5$ til $g = 0,25$. Det simulerer en bank, der langsomt justerer sine indlån for at bevæge sig mod sit K-t-I-mål (her sat til 10%). Som resultat ligger den blå graf over den røde i ekstremerne. Hvis banken starter under-kapitaliseret, vil langsomt indlånsjustering have tendens til at lade banken forblive underkapitaliseret i en *relativt* længere periode. Det giver det høje spænd ved lav initialværdi af K-t-I. I det modsatte tilfælde, altså en over-kapitaliseret bank, vil manglende evne til at justere indlånsudviklingen sørge for, at banken forbliver over-kapitaliseret i længere tid. Derfor det lavere spænd. Den sidste variant reducerer sandsynligheden for, at et spring nedad kan føre til en konvertering ved mindre under pålydende.

I næste afsnit undersøges effekten på kuponstrukturen ved forskellige løbetider.

Udløb, T



Figur 2.3: c. Kuponer ved forskellige løbetider

Her undersøges, hvorledes kuponstrukturen er påvirket af forskellige løbetider. De stiplede linier indikerer risikofri obligationer. De har løbetiderne tre, fem og ti år, og holder henholdvist den effektive

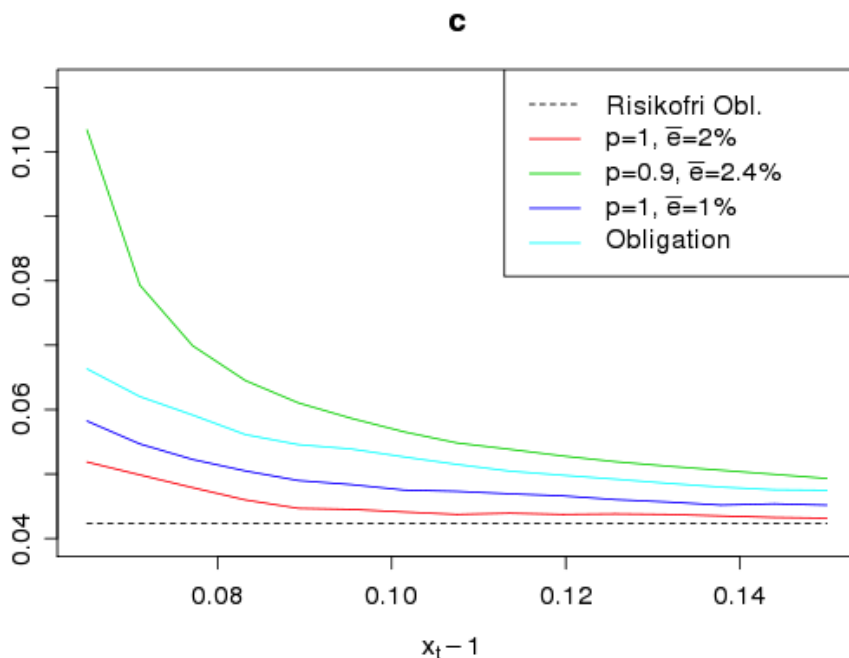
rente 3,99%; 4,23% og 4,64%.

CoCo-obligationer med ækvivalente løbetider er ligeledes blevet udstedt. Deres strukturer nærmer sig de risikofri obligationers, når kapitalniveauet er højt. Ved lave værdier af $K-t-I$ minder de tre CoCo-obligationers fair kupon mere om hinanden. Det skyldes, at de på grund af den høje risiko for konvertering delvist værdifastsættes som aktier. Aktier udløber ikke, og forventede pay-off er uafhængige af, hvilken løbetid CoCo-obligationen havde.

Det er værd at bemærke, at når $K-t-I$ er lav, da er sandsynligheden for konverteringstab for CoCo-obligationsholderne høj, og kreditspændet over den risikofri obligation er en aftagende funktion af løbetiden. Det skyldes, at den lavere effektive løbetid har højere effekt, når referenceløbetiden er længere. Derfor ligger den blå graf ($T = 10$) under den grønne graf ($T = 5$) og den røde graf ($T = 3$).

I næste afsnit behandles konverteringsbetingelsen.

Konverteringsbetingelsen



Figur 2.4: c. Kuponer ved forskellige konverteringsforhold.

Her ses på, hvordan konverteringsbetingelserne påvirker kuponstrukturen for nyligt udstedte CoCo-obligationer. Den sortstiplede og den røde graf er de samme som ved figur 2.2, altså den fem-årige risikofri obligation og CoCo-obligationen med $p = 1$ og $\bar{e} = 2\%$. Ved den grønne graf er vist kuponstrukturen for en CoCo-obligation med fem år til udløb og konverteringsforhold, der giver CoCo-obligationsholderen 90% af værdien af vedkommes position i aktier. Det betyder, at der i modellen er brugt $p = 0,9$ og $\bar{e} = 2,4$. Det er tydeligt, at CoCo-obligationer, der konverterer med rabat, har betydeligt højere kupon. Dette er navnlig udtalt ved lave værdier af $K-t-I$. Observationen er ikke forårsaget af mulighed for spring

i aktivværdien. Eftersom der konverteres med tab for CoCo-obligationsejerne, er der et positivt spænd selv ved en *ren* diffusionsproces, $\lambda = 0$.

Situationen med *fuld* konvertering, $p = 1$, men en lavere egenkapitalstrigger, $\bar{e} = 1\%$ er vist ved den blå graf. I dette tilfælde sker konverteringen ved $\bar{x} \leq 1 + 0,01 + 0,04 = 1,05$. Denne CoCo-obligation giver anledning til et større spænd end benchmark, da den lavere egenkapitalstrigger øger sandsynligheden for, at et nedadgående spring i aktivværdien kan resultere i hindring af fuld konvertering. Helt konkret gælder der for benchmark, at ved et punkt lige før konvertering skal der ske et aktivværdispring nedad på over 2%, mens dette blot skal være på 1% for blå graf, for at der ej er fuld konvertering. Dette sætter også fokus på en faktor, der især er diskuteret af regulatorer, nemlig hvornår CoCo-obligationerne skal konvertere. Dette skal ske på et tidspunkt, hvor banken er i økonomiske vanskeligheder.

Alt i alt kan det ses, at idet konvertering udsættes til et tidspunkt, hvor værdien af egenkapitalen er meget lav, giver det anledning til højere kreditspænd på CoCo-obligationen.

Endelig er en normal obligation med fast kupon og fem års løbetid vist ved lyseblå graf. Denne er modelleret med en initialværdi svarende til 4% af indlån, $b_0 = 4\%$. Der mindes om, at myndighederne antages at lukke banken, når aktiverens værdi falder til eller under den samlede værdi af indlån samt værdien af obligationsgælden. Det betyder, at implementeringen i kodningsmæssig sammenhæng kan foregå ved at lave den lyseblå graf med $p = 1$ og $\bar{e} = 0$, da obligationer ingen egenkapitalstrigger har.

Det betyder samtidigt, at der vil være højere sandsynlighed for at se et spring nedad, der pålægger obligationsejerne tab, hvilket forklarer, hvorfor obligationskuponen er højere end den ækvivalente CoCo-obligation (hvor der konverteres til pålydende). Dog er spændet ned til CoCo-obligationen, der konverterer med rabat (grøn graf) negativt – her opleves jo tab i alle fald.

Det tilføjes, at havde man anvendt en dobbelttrigger, ville den afhængige af parameteren p (og dermed indirekte $\bar{e}$) ligge over eller under dens ækvivalente med enkelttrigger. Eftersom der ved brug af dobbelttrigger skal brydes to triggere, vil der opstå færre triggerbegivenheder. Derfor er det fordelagtigt i en situation, hvor $p < 1$, da man taber ved konvertering, mens det ved $p \geq 1$ vil give større kreditspænd.

I næste afsnit behandles incitamentet til at ændre på risikorelaterede parametre efter udstedelse. Altså, asset substitutionsincitamentet.

Asset substitution

Dette afsnit omhandler bankens asset substitutionsincitament i forbindelse med udstedelse af CoCo-obligationer og obligationer. Det sker ved at se på, hvordan ændringer i risikoparametrene påvirker relative værdier af CoCo-obligationerne og egenkapitalen. I en kapitalstruktur bestående af indlån og egenkapital, vil der ikke foreligge et asset substitutionsincitament. Indlånsholdere kompenseres ved (2.20), og der kan ikke flyttes værdi fra dem.

Til forskel fra mere basale strukturelle modeller som i [Merton (1974)], hvor der bare er én parameter for risiko, σ , så er der i Pennacchi flere. Her kan i tillæg til volatilitetparameteren for diffusionsprocessen også justeres på den risikojusterede sandsynlighed for spring, λ , den gennemsnitlige springstørrelse, μ_y og endelige springets volatilitet, σ_y .

Som det vil fremgå af graferne dannet ved simulering, har de forskellige parametre forskellige betydninger for den risikojusterede fordeling af aktiverens afkast, og dermed asset substitutionsincitamentet for ejerne.

Analysen er fortsat baseret på forskellige former for CoCo-obligationer og obligationer – alle med fem års løbetid. Og ved udstedelse er $b_0 = 4\%$ og $x - 1 = 10\%$. Pånær den risikofri obligation, er der anvendt samme grafer som ved figur 2.4. Først er simulationen kørt med værdierne fra tidligere, og kuponerne gemt. Derpå er nedenstående parameterændringer foretaget, og simulationen er kørt igen, men uden beregning af nye kuponer da de gamle anvendes.

$$\lambda = 1 \longrightarrow 1,25, \quad \sigma_y = 0,02 \longrightarrow 0,025, \quad \mu_y = -0,01 \longrightarrow -0,0125 \quad \text{og} \quad \sigma = 0,02 \longrightarrow 0,025.$$

Bemærk, at disse ændringer naturligvis ikke påvirker den risikojusterede forventning til afkastet på bankens aktiver, der stadig er lig den risikofri rente, r_t . Og eftersom

$$A = D + pB + E \Leftrightarrow A - D = pB + E, \quad (2.30)$$

betyder det, at en stigning (et fald) i CoCo-obligations- eller obligationsværdien er foreneligt med et fald (en stigning) i værdien af egenkapitalen af præcis samme absolutte størrelse.

Ændring af springparametrene, λ , σ_y og μ_y

For alle varianter er der en stigning i værdien af egenkapital ved en øget sandsynlighed for spring λ . Stigningen er mindst for benchmark CoCo-obligationen (rød graf). Denne har parameterne $p = 1$ og $\bar{e} = 2\%$. For de lidt højere niveauer af K-t-I ses det, at CoCo-obligationen med $p = 0,9$ og $\bar{e} = 2,4\%$ markeret ved grøn graf er påvirket væsentligt i negativ retning, hvilket qua 2.30 hæver egenkapitalens værdi.

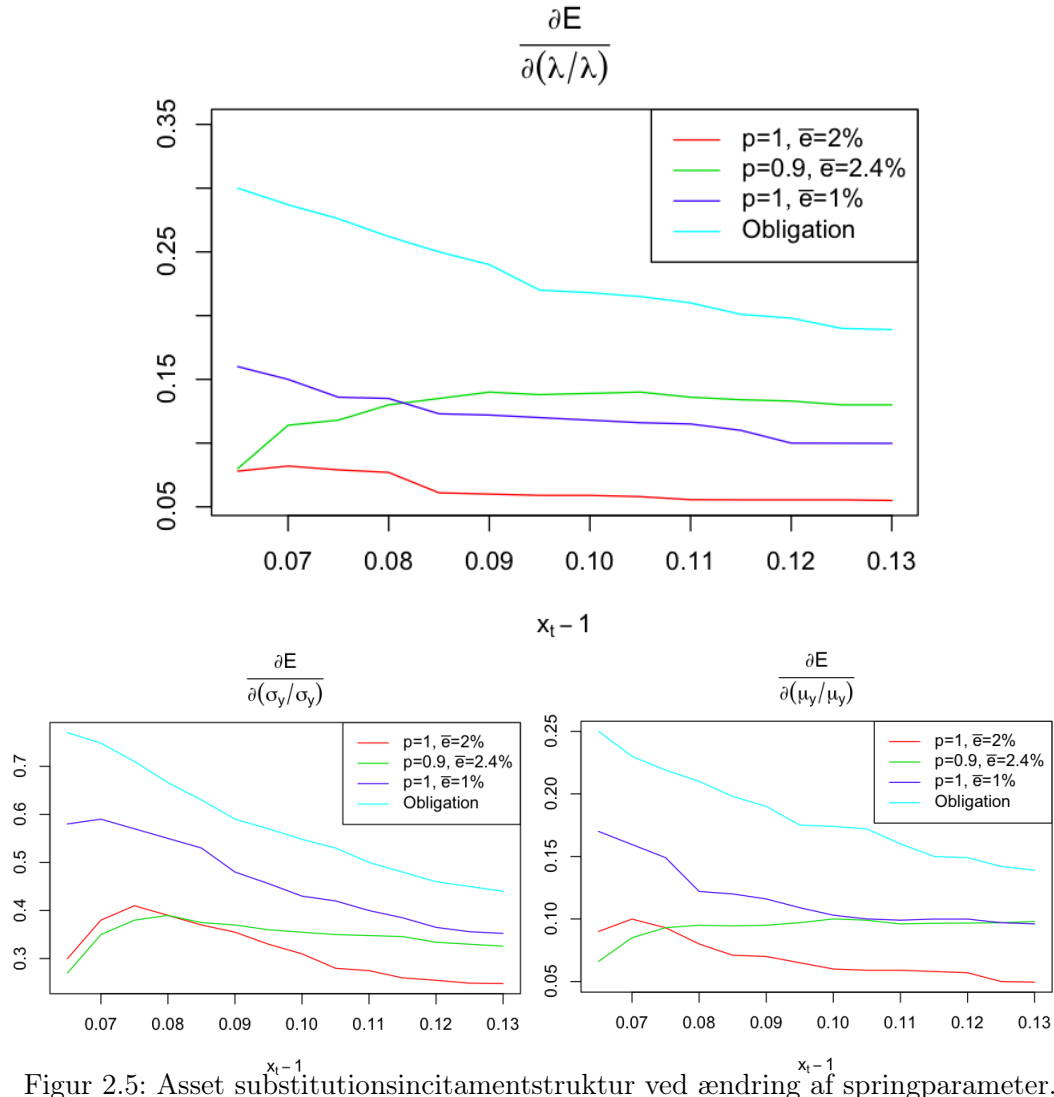
CoCo-obligationer, der konverterer med rabat, er mest favorable at holde til udløb, hvorfor den marginale effekt er størst, når sandsynligheden for dette er størst. Det vil sige ved høje værdier af K-t-I.

For CoCo-obligationen tilhørende den blå graf, der konverterer til pari, $p = 1$, men har en lavere egenkapitalstrigger, $\bar{e} = 1\%$, vil det øgede λ øge sandsynligheden for spring til konvertering – og altså spring til en situation, hvor fuld konvertering ikke er muligt. Det samme gør sig gældende for obligationen (lyseblå graf). Denne blev implementeret ved $\bar{e} = 0$. Det er derfor ikke overraskende, at obligationen skaber det største incitament for holderne af egenkapitalen til at udføre asset substitution.

Helt konkret vil der uden egenkapitaltriggeren være større sandsynlighed for et spring i aktivværdien, der vil pålægge obligationsholderne tab. Et tab som, via (2.30), *vindes* af ejerne.

I figur 2.5 præsenteres også tilfældet med en 25% stigning i volatiliteten for springene, σ_y . Incitamentet er størst, når banken har udstedt obligationer. Den blå graf med lav egenkapitalstrigger giver det største incitament for CoCo-obligationerne, mens det ved lave værdier af K-t-I er den grønne graf med høj egenkapitalstrigger, $\bar{e} = 2,4\%$, der giver det mindste incitament.

Denne rækkefølge bekræfter, hvor vigtig betydningen af triggeren er, når CoCo- og obligationsholderne skal beskyttes. En større kapitalbuffer mellem triggeren og fremmedkapitalens pålydende værdi, det vil sige egenkapitaltriggeren, yder beskyttelse mod et pludseligt spring nedad i aktivværdien, da et spring ned til egenkapitaltriggeren eller lige under ikke umiddelbart giver anledning til tab for CoCo-obligationsholderen.

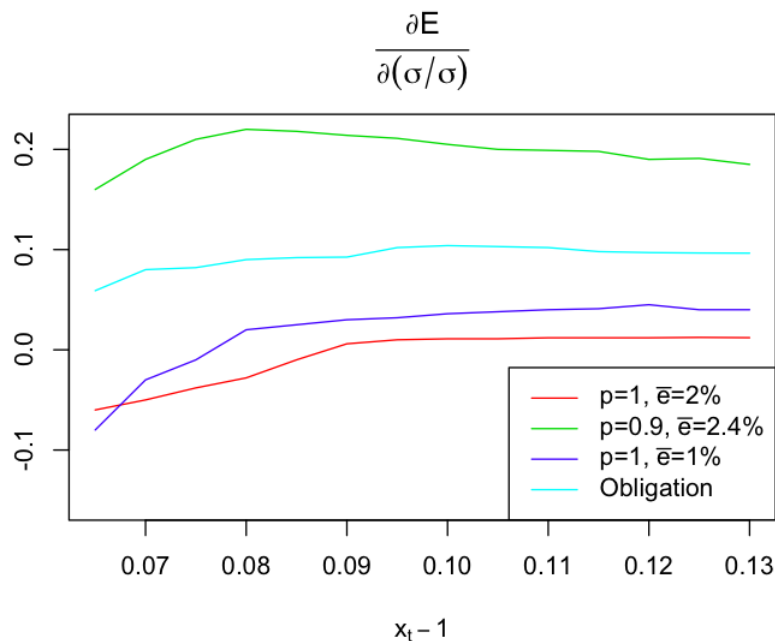


Figur 2.5: Asset substitutionsincitamentstruktur ved ændring af springparameter.

Bemærk at for alle fire slags obligationer ser det ud til, at asset substitutionsincitamentet topper umiddelbart, men signifikant efter deres respektive triggerniveau. En mulig forklaring er, at beregningen måler den marginale effekt for værdien af egenkapitalen og fremmedkapitalen ved en stigning i volatiliteten for springstørrelsen. En sådan stigning giver anledning til federe haler for fordelingen af aktivernes afkast, og den marginale effekt af disse federe halesandsynligheder udsætter altså fremmedkapitalen for største nedgang i værdi ved et punkt, der er signifikant over triggeren.

Resultaterne ved ændring af μ_y er kvalitativt de samme som de allerede gennemgåede. Som før er asset substitutionsincitamentet størst ved obligationen (lyseblå graf). Værdierne for den grønne graf i den korte ende pointerer endnu engang, hvor kritisk en rolle triggeren spiller, når det gælder beskyttelse af CoCo- eller obligationsejere mod spring i aktivværdien.

Øget volatilitet for diffusionsprocessen, σ



Figur 2.6: Asset substitutionsincitamentstruktur ved ændring af diffusionsprocesvolatiliteten.

Her er undersøgt ændringen i værdien af egenkapital, når volatiliteten for diffusionsprocessen, σ , stiger. Og det viser sig, at der på sin vis er kvalitativ forskel på resultaterne, der stammede fra ovenstående beregninger med ændring af springrelaterede parametre.

Med undtagelse af en bank, der har udstedt CoCo-obligationer af typen med rabat ved konvertering (grøn graf), har ejerne intet incitament til asset substitution. Grunden er, at når den volatiliteten for den brownske bevægelse stiger, stiger sandsynligheden for at ramme triggeren ved en kontinuert bevægelse samtidigt. Det må nødvendigvis betyde, at sandsynligheden for et spring nedad i aktivværdien, der forårsager tab for CoCo- eller obligationsholderen, falder. Og det er netop her, at ejerne henter værdi fra fremmedkapitalen.

Som noteret forholder det sig anderledes for CoCo-obligationen markeret ved den grønne graf. Det skyldes, at konverteringen sker med rabat, og det er således underordnet, om triggeren rammes kontinuert eller ej – CoCo-obligationsholderen vil lide tab i begge fald.

Kapitel 3

Albul, Jaffee & Tchisty: Kapitalstruktur

I dette kapitel præsenteres modellen (herefter: Albul-Jaffee-Tchisty) beskrevet i [Albul et. al (2010)]. Albul-Jaffee-Tchisty behandler kapitalstruktur med CoCo-obligationer og er inspireret af den klassiske kapitalstruktursmodel fra [Leland (1994)]. Valg af kapitalstruktur beskrives for at afklare, om det er en fordel at benytte CoCo-obligationer. Kapitalstrukturmodeller antager, at en banks initiale ejere maksimerer værdien af banken ved at udstede gæld i form af aktier og obligationer.

Udstedelse af gæld med kuponbetalinger, det vil sige obligationer, giver anledning til et skattefradrag (engelsk: *tax-shield*), hvilket skal afstemmes mod den øgede risiko, der hører med ved øget gældssætning via obligationer. Det fungerer sådan, at jo mere obligationsgæld, banken har udstedt, jo højere er kuponbetalingsposten. Dermed vil et relativt højt skattefradrag fordele tilsvarende høj obligationsgæld. Eftersom banken da skal yde en relativ høj kuponbetaling, vil den være sårbar under lavkonjunktur. Dermed øger udstedelsen af obligationer risikoen for fallit.

Dog er det også et væsentligt element for ejerne, at de ikke skal dele overskuddet med fremmedkapitalsholdere. Hvis de forventede kursstigninger samt udbyttet er større end kuponbetalingen, da vil aktieejerne have incitament til at udstede obligationer.

De initiale ejere udsteder også aktier, som de typisk selv beholder. Nye investorer kan købe sig ind ved en IPO (børsintroduktion, engelsk: *initial public offering*). Ejerne (udgjort af oprindelige og nye) afgør bankens prioriteringer og valg. Senere i kapitlet optræder interessekonflikten mellem obligations- og egenkapitalsholderne.

CoCo-obligationer introduceres nu til dette setup, og alt efter om det sker *de novo* eller ved en eksisterende kapitalstruktur, vil det have forskellige makro- og mikroøkonomiske implikationer. Ved optimering af kapitalstruktur er det relevant at vide, hvilket funktion og effekt banken ønsker fra et givent instrument. Derfor hopper vi kort tilbage til, hvad obligationen giver, hvad aktien giver, og hvad hybriden af de to, CoCo-obligationen, giver: Med en øget mængde obligationer opnår banken – udover et umiddelbart provenu ved salget – et skattefradrag på sine løbende kuponbetalinger, men må så løbe en større risiko for at gå fallit i nedture. Aktien er mere neutral. Her kræves ingen obligatoriske betalinger, men til gengæld har banken ikke skattefradrag for eventuelle udbyttebetalinger. CoCo-obligationen er konstrueret således, at den vil konvertere til egenkapital før banken går fallit – benævnt Betingelse 1 i Albul-Jaffee-Tchisty. Gjorde den ikke det, ville man *de jure* have en normalt fungerende¹ obligation,

¹Dette forudsætter selvsagt, at kontrakten ikke har specificeret særlige forhold vedrørende senioritet. Det kunne jo

da konverteringsdelen aldrig ville blive aktuel. Givet CoCo-obligationen ikke er konverteret, da har banken endnu skattefordelen, men ved eventuel konvertering er kausaliteten ligefrem: de obligatoriske kuponbetalinger til de (nu gamle) CoCo-obligationsholdere frafalder, hvorfor skattefordelen ligeledes frafalder. Det er dog samlet set en fordel for banken at få luft under økonomiske svære tider.

3.1 Modellering af aktiver

Antag, at dynamikken for de cashflows en banks aktiver danner *efter* skat er givet ved

$$\frac{d\delta_t}{\delta_t} = \mu dt + \sigma dB_t^Q, \quad (3.1)$$

hvor μ og σ er konstanter, B^Q er en standard brownsk bevægelse under det risikojusterede Q -mål. Den risikofri rente, r , er konstant, og konstrueret således, at $\mu < r$. Den aktuelle skattekvotient er $\theta \in (0, 1)$. Og endelig antages det, at kuponbetalinger er fradragsberettigede. Til alle tidspunkter ($\forall t$) gælder det som sædvanlig, at markedsværdien af bankens aktiver, A_t , er alle fremtidige cash-flow tilbagediskonteret. Med (3.1) haves, at

$$A_t = E_t^Q \left[\int_t^\infty e^{-r(s-t)} \delta_s ds \right] = \frac{\delta_t}{r - \mu}. \quad (3.2)$$

(3.2) er en voksende annuitet. I bilag C.2 forklares først, hvordan værdien af en annuitet og derpå en voksende annuitet fastsættes. Eftersom dynamikken for cashflows er givet som i (3.1), da følger bankens aktiver en geometrisk brownsk bevægelse (GBM) under Q -målet, der bare er en skaleret version af den cash-flows følger, nemlig

$$\frac{dA_t}{A_t} = \mu dt + \sigma dB_t^Q. \quad (3.3)$$

Begge former for fremmedkapital antages at være evigtvarende annuiteter. Dermed kan de måske nok afsluttes – tilbagebetales eller konverteres – i endelig tid, men det sker udelukkende som funktion af A_t , og altså ikke tidens gang.

Det antages, at den kontinuerlige kuponbetaling til obligationer er c_b indtil fallit, og c_b for CoCo-obligationer indtil konvertering. Ved fallit går en fraktion, $\alpha \in (0, 1)$, af firmaets aktiver tabt, og resten (residualen: $1 - \alpha$) er *recovery*, som overtages af fremmedkapitalsejerne (husk på, at disse nu blot består af de tidligere obligationsejere – Betingelse 1 sikrer, at eventuelle CoCo-obligationer er konverteret). Konvertering af CoCo-obligationer sker ved stoppetiden $\tau(A_C) = \inf\{s : A_s \leq A_C\}$. Det betyder, at der vil ske pligt-mæssig konvertering, første gang værdien af bankens aktiver falder til eller under en prædefineret trigger, A_C . Ved konvertering bliver *alle* CoCo-obligationer omlagt til aktier, og CoCo-obligationsholderne modtager aktier opgjort til markedsværdi i et proportionelt forhold til værdien af deres CoCo-obligationer.

tænkes, at de var udformet som ansvarlig indkudskapital, der er absorberende før normal seniorgæld.

Værdien af en CoCo-obligation, der aldrig konverterer er $\frac{c_c}{r}$ lig værdien af en uendelig CoCo-kuponbetalingsstrøm. Proportionalitetskoefficienten eller konverteringsparameteren er λ (pendant til Pennacchis p), og ved konvertering får CoCo-obligationsholderen aktiekapital svarende til $\lambda \frac{c_c}{r}$. λ er unikt bestemt fra kontrakt til kontrakt, og der gælder, at hvis $\lambda < 1$ ($\lambda > 1$) sker konverteringen med rabat (præmie).

Med ovenstående parametre på plads kan Betingelse 1 nøjagtigøres.

Betingelse 1 Hverken c_b , c_c , A_C eller λ antager værdier, der gør det muligt, at banken går fallit før eller ved konvertering. Denne betingelse gælder i resten af afhandlingen, såfremt andet ikke bemærkes.

I næste afsnit sættes selve modelgennemgangen på stand by, idet to centrale resultater, der gøres brug af, forklares.

3.2 Vigtige resultater: Prisudtryk og optimal fallitgrænse

I modellen gøres brug af to resultater fra litteraturen. Begge er hentet fra [Lando (2004)], og der gives i bilag C.3 en kort gennemgang af, hvorledes de er fremkommet. I dette afsnit vises og motiveres resultaterne kort.

Det første vigtige resultat er værdien af en kontrakt, der udbetaler 1 ved en given barriere, A_B .

$$\left(\frac{A_t}{A_B}\right)^{-\gamma}, \quad (3.4)$$

hvor γ er positiv. Blot ved at betragte (3.4) ses det, at for $A_t \gg A_B$, er $\left(\frac{A_t}{A_B}\right)^{-\gamma} \approx 0$, mens man ved $A_t = A_B$ har $\left(\frac{A_t}{A_B}\right)^{-\gamma} = 1$. Dette resultat anvendes senere, når værdien af skattefradraget og fallitomkostningen beskrives.

Det andet resultat fremkommer, når man undersøger, hvornår det er optimalt for bankens ejere at erklære konkurs. Her opstilles en betinget afledt, nemlig værdien af egenkapitalen, W , differentieret med hensyn til aktivværdien, A_t , hvor netop denne sættes til at være konkursbarrieren, A_B .

$$\frac{d}{dA_t} W|_{A=A_B} = 0. \quad (3.5)$$

Når denne er nul, da sikrer *smooth pasting*-betingelsen², at værdien af egenkapitalen har nået sit absolutte rationelle minimum, og den relevante løsning giver den optimale fallitgrænse,

$$A_B^*(c_b) = \frac{\gamma(1-\theta)c_b}{r(1+\gamma)}, \quad (3.6)$$

²Den såkaldte *high contact* betingelse beskrevet i [Samuelson (1965)] og i litteratur, om optimale stoppetider i [Shirayayev (1978)] som *smooth pasting* betingelsen. [Merton (1973)] finder, at *high contact* betingelsen er en nødvendig første ordens betingelse for optimalitet. Og under nogle *svage* betingelser er det modsatte også sandt – en løsning til et optimal stoppetidsproblem, der opfylder *high contact*-betingelsen er faktisk en optimal løsning til problemet.

som er uafhængig af A_t , men proportional med c_b samt faldende i θ . Den indsættes i udtrykket for egenkapitalens værdi, hvorefter man kan finde den optimale kuponstørrelse til

$$c_b^* = \frac{r(1+\gamma)}{\gamma(1-\theta)} \left(\frac{(1+\gamma)\theta + \alpha(1-\theta)\gamma}{\theta} \right)^{-\frac{1}{\gamma}}. \quad (3.7)$$

Nu er det klarlagt ved (3.4), hvad værdien er af en kontrakt, der udbetaler 1 ved et givent fallittids-punkt. Ligeledes er det tydeliggjort ved (3.6) netop hvilken værdi af bankens aktiver for en given kupon, der er optimal for ejerne at erklære banken fallit. Af Betingelse 1 forstås, hvorfor banken blot har aktier og obligationer i sin kapitalstruktur ved fallit. Og man har bare de to passiver at tage hensyn til, når fallitgrænsen skal bestemmes. Heri ligger det implicit, at idet indførelsen af CoCo-obligationer sker uden at ændre mængden af obligationer, da kan ingen effekt for den optimale fallitgrænse spores. Dette er Lemma 1 i [Albul et. al (2010)].

3.3 Værdien af de indgående elementer i en kapitalstruktur med CoCo-obligationer

I dette afsnit fremstilles og beskrives værdifunktioner for aktuelle størrelser i forhold til bankens kapitalstruktur. I den sammenhæng er resultateterne fra forrige afsnit især vigtige. Tilsvarende (C.41) må der til ethvert tidspunkt gælde, at den totale værdi af banken er lig aktivernes værdi, A_t , samt værdien af skattefordelen, TB , fratrasket værdien af fallitomkostningerne, BC . Bankens værdi er også givet ved den totale kapital. Altså,

$$G(A_t; c_b, c_c) = A_t + TB(A_t; c_b, c_c) - BC(A_t; c_b, c_c) \quad (3.8)$$

$$= W(A_t; c_b, c_c) + U^B(A_t; c_b, c_c) + U^C(A_t; c_b, c_c), \quad (3.9)$$

hvor $G(A_t; c_b, c_c)$ ligeledes kan opskrives som ved (C.42), men nu også indeholdende CoCo-obligationer. Værdien af fremmedkapitalsposterne er markeret ved U^B for obligation (engelsk: *bond*) og U^C for CoCo-obligation. Med brug af ovenstående sammenhænge samt (3.4) er det muligt at opskrive lukkede løsninger for den totale værdi af banken, G , værdien af egenkapitalen, W , værdien af de to obligationer, U^B og U^C , samt værdien af skattefradraget, TB , og fallitomkostningen, BC , for det tidsrum, hvor CoCo-obligationerne ikke er konverteret eller banken er erklæret fallit.

Inden sætningen gengives, præsenteres den indsigt, der er grundlag for de endelige resultater. Alle ligningerne giver fin intuitiv forståelse, når man accepterer, at trods indførelse af CoCo-obligationer, da består skattefradraget stadig blot af betalingsstrømme ganget på en specifik kontrakt, der har værdien nul ved en given barriere. Præcis som tidligere.

Transitionen til situationen, hvor CoCo-obligationer er indeholdt i kapitalstrukturen, sker ved at realisere, at der nu kommer skattefradragsrelaterede cashflows fra to gældsposter. Derfor skal der anvendes en sammensætning, der er nul ved fallitgrænsen for banken, A_B . Det blev præsenteret i afsnit 3.2. Men der skal ligeledes bruges en, som tager værdien nul, når CoCo-obligationernes trigger, A_C , rammes, og er $\left(1 - \left(\frac{A_t}{A_C}\right)^{-\gamma}\right) = (1 - P_{AC})$. Bemærk, at værdien af CoCo-obligationerne, U^C , har samme opsætning

som (C.40). Nemlig $(1 - P_{AC})$ gange med værdien af de løbende kuponer samt P_{AC} , der ganges med det, CoCo-obligationsholderen modtager ved konvertering. Resultaterne er indeholdt i Sætning 1 fra Albul-Jaffee-Tchistyi.

Sætning 1 Idet kapitalstrukturen i en bank indeholder aktier, obligationer og CoCo-obligationer, da gælder for $\forall t < \tau(A_C)$

$$G(A_t; c_b, c_c) = A_t + \overbrace{\frac{\theta c_b}{r} \left(1 - \left(\frac{A_t}{A_B}\right)^{-\gamma}\right) + \frac{\theta c_b}{r} \left(1 - \left(\frac{A_t}{A_C}\right)^{-\gamma}\right)}^{TB(A_t; c_b, c_c)} - \overbrace{\alpha A_B \left(\frac{A_t}{A_B}\right)^{-\gamma}}^{BC(A_t; c_b, c_c)}, \quad (3.10)$$

$$W(A_t; c_b, c_c) = A_t - \frac{c_b(1 - \theta)}{r} \left(1 - \left(\frac{A_t}{A_B}\right)^{-\gamma}\right) - \frac{c_c(1 - \theta)}{r} \left(1 - \left(\frac{A_t}{A_C}\right)^{-\gamma}\right) - \quad (3.11)$$

$$A_B \left(\frac{A_t}{A_B}\right)^{-\gamma} - \left(\lambda \frac{c_c}{r}\right) \left(\frac{A_t}{A_C}\right)^{-\gamma} \quad (3.12)$$

$$U^B(A_t; c_b, c_c) = \frac{c_b}{r} \left(1 - \left(\frac{A_t}{A_B}\right)^{-\gamma}\right) + (1 - \alpha) A_B \left(\frac{A_t}{A_B}\right)^{-\gamma}, \quad (3.13)$$

$$U^C(A_t; c_c) = \frac{c_c}{r} \left(1 - \left(\frac{A_t}{A_C}\right)^{-\gamma}\right) + \lambda \frac{c_c}{r} \left(\frac{A_t}{A_C}\right)^{-\gamma}, \quad (3.14)$$

$$TB(A_t, c_b, c_c) = \frac{\theta c_b}{r} \left(1 - \left(\frac{A_t}{A_B}\right)^{-\gamma}\right) + \frac{\theta c_c}{r} \left(1 - \left(\frac{A_t}{A_C}\right)^{-\gamma}\right), \quad (3.15)$$

$$BC(A_t; c_b, c_c) = \alpha A_B \left(\frac{A_t}{A_B}\right)^{-\gamma}. \quad (3.16)$$

Siden CoCo-obligationer konverterer til aktier inden et eventuelt fallit har deres tilstedeværelse ingen indflydelse på værdien af hverken obligationerne, U^B , fallitomkostningen, BC , eller den optimale fallitgrænse, A_B , hvilket også er ekspliciteret i Albul-Jaffee-Tchistyi's Lemma 1. Denne gennemgås nedenfor.

Lemma 1 og tilhørende forklaring Lad en eksisterende kapitalstruktur bestå af aktier og obligationer. Hvis banken før fallit vælger at udstede CoCo-obligationer ovenpå den mængde obligationer, der var i forvejen, da vil CoCo-obligationerne – i kraft af Betingelse 1 – konvertere til egenkapital før en eventuelt fallit. Jævnfør (3.9) ændrer konverteringen ikke værdien af bankens aktiver, da CoCo-obligationsholderne nu blot er blevet en del af egenkapitalen og løsningen til (3.5) er således den samme som, hvis kapitalstrukturen blot bestod af aktier og obligationer.

3.4 Parametervalg under Betingelse 1

Som beskrevet i afsnit 3.2 maksimerer ejerne bankens værdi ved at sætte en optimal fallitgrænse, A_B^* . I dette afsnit undersøges, hvorledes triggeren, A_C , skal være, givet værdier for kuponerne på CoCo-

obligationer samt konverteringsparameteren – altså c_c og λ , respektivt – uden, at Betingelse 1 overtrædes. Netop denne betingelse er væsentlig. Det skyldes, at manglende opfyldelse af betingelsen bevirker, at CoCo-obligationerne ikke kan bruges, når bankens kapitalgrundlag skal styrkes i krisetid. Når A_C hæves, svarer det til, at banken lader CoCo-obligationerne konvertere tidligere i den forstand, at konverteringen vil ske ved en højere aktivværdi. Det fungerer naturligvis omvendt, når banken sænker A_C . Vi ser på, hvordan de forskellige størrelser fra Sætning 1 reagerer ved ændring af triggeren.

Ændring af W , når A_C sænkes

Her skal der kigges på, hvad den eksklusive CoCo-obligationseffekt er for egenkapitalens værdi før og efter konvertering. Før konvertering tilkommer der egenkapitalsholderne et skattefradrag, hvis størrelse er bestemt af skattekvotienten, θ . Ved konvertering sker der to ting for ejerne af egenkapitalen: De slipper for en betalingsstrøm med værdien $\frac{c_c}{r}$, men tager samtidigt et tab på grund af den fortyndende (engelsk: *diluting*) effekt af størrelsen $\frac{\lambda c_c}{r}$, svarende til den mængde egenkapital CoCo-obligationsejerne har ret til.

Det er nu på plads, hvad der sker før og efter konvertering. Derfor kan det opskrives, hvad betingelsen er for, at det skal være gavnligt for værdien af egenkapitalen, at sænke konverteringstærsklen, A_C . Her skal egenkapitalsholderne sikre sig er, at det de får før konvertering er mere værd, end det de får efter. Er det tilfældet, da er værdien af egenkapital stigende ved lavere trigger.

Nedenfor opstilles en ligning, der viser, hvad der skal gælde. På venstre siden er den skattefordel, som værdien af egenkapitalen nyder godt af før konvertering, og på højre siden er værdien af de kuponer, som ejerne af egenkapitalen slipper for at distribuere til CoCo-obligationsholderne ved konvertering. Denne er fratrullet værdien af de aktier, som CoCo-obligationsholderne bliver kompenseret med ved konvertering.

$$\frac{\theta c_c}{r} > \frac{c_c}{r} - \frac{\lambda c_c}{r} \Leftrightarrow \frac{c_c}{r} < \frac{\theta c_c}{r} + \frac{\lambda c_c}{r} \Leftrightarrow 1 < \theta + \lambda. \quad (3.17)$$

Vender *større-end-mindre-end*-tegnet den anden vej, ville det betyde, at værdien af det ejerne modtager ved konvertering, lavere end det, de havde før. I sådan et tilfælde vil en lavere konverteringstærskel sænke værdien af egenkapitalen. Effekten udebliver, da de to størrelser ophæver hinanden. Her vil ejerne modtage præcis den værdi, som de giver afkald på ved konvertering.

Ændring af U^C , når A_C sænkes

Effekten på CoCo-obligationernes værdi, U^C , kan aflæses direkte fra formelen i Sætning 1. Såfremt $\lambda < 1$, da vil CoCo-obligationsværdien stige ved lavere konverteringstærskel. Denne observation var ganske forudsigelig. λ er jo netop konverteringsparameteren, der afgør, hvor meget egenkapital CoCo-obligationsholderne får ved konvertering. Konverterer de med præmie, det vil sige $\lambda > 1$, da har de selvsagt fordel af en tidlig konvertering og vice versa.

Ændring af U^B , når A_C sænkes

En ændring i konverteringstærskelniveauet har ingen effekt for den oprindelige gæld, altså obligationsholderne. Dette følger af Lemma 1. Da konverteringen vil ske før fallit, vil en eventuel sækning af

konverteringstærsklen ikke påvirke det optimale niveau for fallittærsklen, A_B , hvorfor skattefradraget fra obligationerne er uændret.

Denne vigtige pointe blev ligeledes fremhævet i slutningen af afsnit 3.2. Og det er jo netop derfor, at den optimale fallitgrænse ikke er påvirket af CoCo-obligationernes tilstedeværelse.

Ovenstående forklaring anvendes også til næste afsnit.

Ændring af BC , når A_C sænkes

Da fallitomkostningen udelukkende afhænger af obligationsgælden, vil fallitomkostningen være uændret. Værdien af obligationer er uændret og upåvirket af indførelsen af CoCo-obligationer – og derfor også upåvirket af, om CoCo-obligationerne skulle konvertere ved høj eller lav trigger, hvilket svarer til at sænke A_C .

Ændring af TB , når A_C sænkes

Når banken får lov til at udstede CoCo-obligationer, vil den samtidig modtage endnu et skattefradrag. Det er tidligere blevet specificeret, at der vil komme et skattefradrag fra obligationerne og CoCo-obligationerne. Skattefradraget fra obligationerne ophører, hvis de misligholdes eller indfries, mens skattefradraget fra CoCo-obligationerne naturligvis frafalder, når de konverterer.

Som altid går sandsynligheden for konvertering (eller forventet ventetid til konvertering) i samme retning som selve triggeren: hvis den sænkes, falder sandsynligheden for konvertering, og hvis den hæves, stiger sandsynligheden for konvertering.

Ergo vil en sænket trigger betyde højere værdi af skattefradraget. Dette forhold gør sig gældende i næste afsnit.

Ændring af G , når A_C sænkes

Endelig kan det konkluderes, at hvis triggeren sænkes, da vil værdien af banken stige. Dette skyldes et højere skattefradrag i form af det ekstra, der kommer fra CoCo-obligationskuponerne.

Når man kender effekten af forskellige triggere, er det relevant at bestemme den optimale værdi af triggeren, som overholder Betingelse 1. Denne kan under visse omstændigheder findes ved at løse for A_C i ligningen

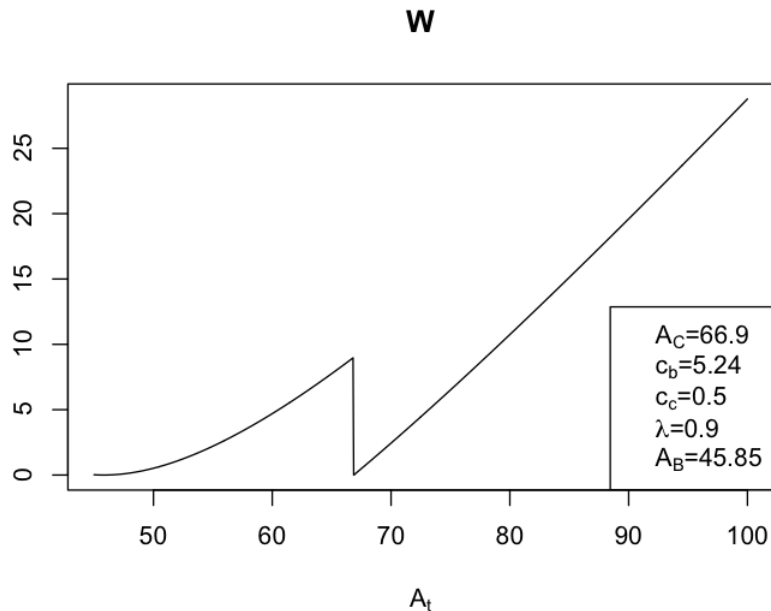
$$W(A_C; c_b, c_c) = 0, \quad (3.18)$$

under bibetingelse af, at $A_C < A_B$, men der skal også gælde, at W er voksende i A_t for $A_t \geq A_C$. I næste afsnit vises eksempler på situationer, hvor (3.18) ikke er tilstrækkelig.

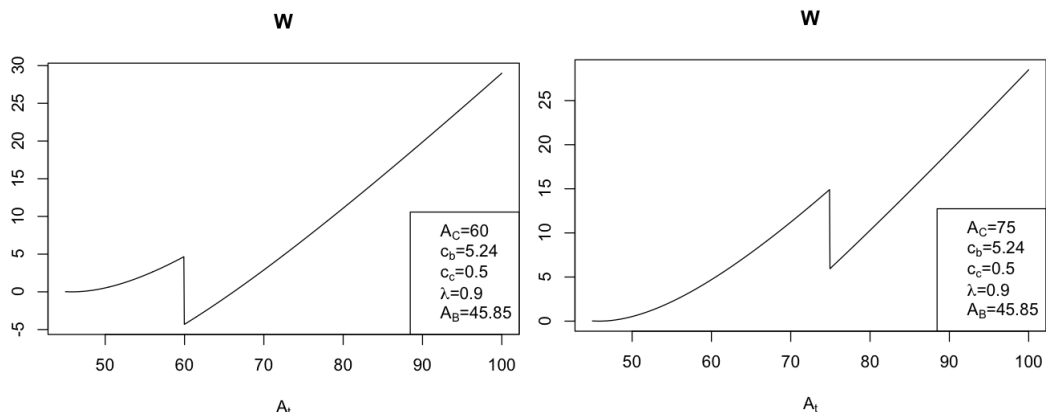
Illustration af konsekvenser ved arbitrært triggervalg

Her illustreres, hvordan værdien af egenkapital opfører sig, hvis triggeren vælges arbitrært.

I figur 3.1 er hvor triggeren, A_C , sat så værdien af egenkapitalen er 0 (eller infinitesimalt større) ved konvertering. Det betyder, at ejerne er indifferente vedrørende valget om at gå konkurs eller ej.

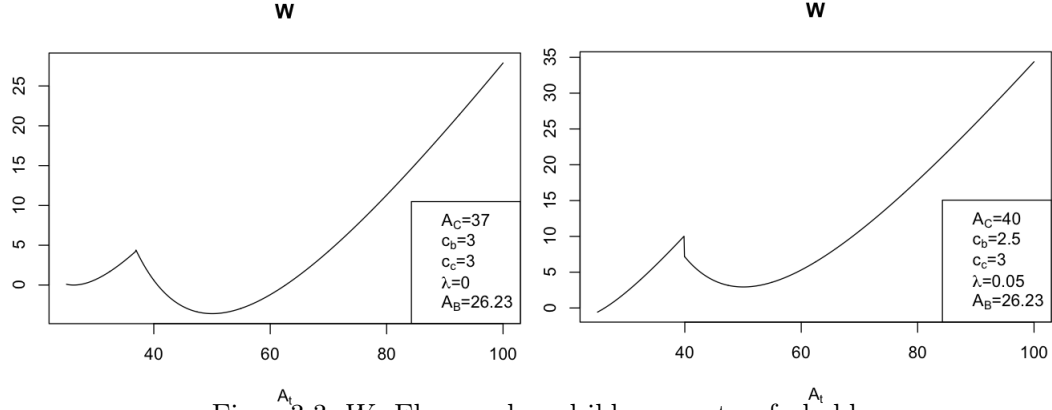
Figur 3.1: W . Optimal trigger.

Det antages, at de holder banken kørende til $\tau(A_B)$. Dermed er Betingelse 1 overholdt. Bemærk, at der i papiret [Albul et. al (2010)] benyttes værdierne $c_b^* = 5,24$ (og senere $U^B(A_t, A_B^*; c_b^*, 0) = 88,36$) som værende de optimale. Værdierne afviger lidt, hvis man regner efter, hvilket skyldes afrundning. Der ændres ikke på de foreslåede værdier (se eventuelt bilag C.5 for *sande* værdier).

Figur 3.2: W . Trigger der bryder Betingelse 1 og inoptimal trigger.

Ved figurerne 3.2 og 3.3 illustreres problemet med arbitrært valg af trigger, A_C : En trigger der er sat for lavt giver i dette tilfælde anledning til negative værdier af egenkapitalen før fallit. Dette er et brud på Betingelse 1. Omvendt ses det, at en for højt sat trigger vil opfylde betingelsen, men eftersom egenkapitalsværdi ved konvertering er strengt positiv, kunne triggeren godt være lavere, hvilket giver en højere værdi af W .

Figur 3.2 og 3.3 viser blandt andet eksempler på konstellationer, hvor værdien af egenkapital, W , ej



Figur 3.3: W . Eksempel med ikke-monoton forhold.

er strengt stigende i A_t for $A_t \geq A_C$, hvorved A_C således kunne findes ved (3.18). Figureerne 3.3 viser situationer, hvor dette ikke er tilfældet. Her er værdien af egenkapital, W , som funktion af aktivværdien, A_t , ikke-monoton og aftager således umiddelbart efter triggeren, A_C .

Triggervalg

Der skal opstilles en generel betingelse, der gælder for den laveste værdi triggeren kan tage. Denne vil være

$$A_{CL} = \inf\{A_C : W(A_s; c_b, c_c) \geq 0, \forall s \leq \tau(A_C)\}. \quad (3.19)$$

Ved at sætte $W(A_{CL}; c_b, c_c) = 0$ og bruge Sætning 1 fås

$$A_{CL} = \frac{c_b(1-\theta)}{r} \left(1 - \left(\frac{A_{CL}}{A_B}\right)^{-\gamma}\right) + A_B \left(\frac{A_{CL}}{A_B}\right)^{-\gamma} + \frac{\lambda c_c}{r}, \quad (3.20)$$

hvilket kan omskrives til

$$A_B + \frac{\lambda c_c}{r} < A_{CL} < \frac{c_b(1-\theta)}{r} + \frac{\lambda c_c}{r}. \quad (3.21)$$

Dette indses ved at opfatte elementerne $1 - \left(\frac{A_{CL}}{A_B}\right)^{-\gamma}$ og $\left(\frac{A_{CL}}{A_B}\right)^{-\gamma}$ som ekstremer. Den første er lig 1, når man er langt fra triggeren, mens den anden er lig 1, når man er tæt ved. Derfor er den øvre grænse givet ved at sætte $1 - \left(\frac{A_{CL}}{A_B}\right)^{-\gamma} = 1$ (og *de facto* $\left(\frac{A_{CL}}{A_B}\right)^{-\gamma} = 0$), og den nedre er givet ved at sætte $\left(\frac{A_{CL}}{A_B}\right)^{-\gamma} = 1$.

Vigtig observation og Lemma 2 Hvis $\lambda + \theta > 1$, da haves at værdien af egenkapitalen, W , er en strengt voksende funktion af værdien af bankens aktiver, A_s , når $\{s : t \leq \tau(A_C)\}$ – det vil sige så længe, der ikke er konverteret. Der eksisterer en én-til-én korrespondance mellem værdien af egenkapital og aktiver indenfor førnævnte grænse, hvorfor triggeren kan udtrykkes ved hjælp af aktiekursen, der er observerbar, til forskel fra aktivernes værdi. Således går man fra at arbejde med aktivtriggeren A_C til aktiekurstriggeren W_C .

Parameterværdiernes betydning samt spændvidde er nu klarlagt, og modellens egentlige formål kan følges. Det sker ved at bestemme en optimal kapitalstruktur og afgøre, hvorvidt CoCo-obligationer vil være en del af denne. Næste afsnit arbejder med denne problemstilling ved forskellige opsætninger.

3.5 Optimal kapitalstruktur

Konteksten er alt afgørende, når en bank skal optimere sin kapitalstruktur. Som vi skal se, er der nemlig stor forskel på om, det sker *de novo*, altså om det er de initiale ejere, der optimerer, eller om det sker i en eksisterende kapitalstruktur, hvor det er ejerne, der bestemmer. Problemet er af klassisk spilteoretisk karakter. Den agent, der har initiativet maksimerer sin nytte under de givne forudsætninger. De initiale ejer står således overfor maksimeringsproblemet

Maksimér den totale værdi af banken, G
u.b.b. Betingelse 1.

I en eksisterende kapitalstruktur har de initiale ejere udstedt fremmedkapital i form af henholdsvis obligationer og aktier, og nu aktieejerne den maksimerende agent. Ergo er kriteriet

Maksimér værdien af egenkapital, W
u.b.b Betingelse 1.

Relevante løsninger for de forskellige agents problemer fremstilles nedenfor. Men først tilføjes endnu et lag, nemlig hvorledes en eventuelt implementering af CoCo-obligationer vil foregå. Her arbejdes med to overordnede tiltag: enten CoCo-obligationer udstedt *ovenpå* eller *i stedet for* – som en slags udskiftning – obligationer. Ved begge former for udstedelse undersøges en bank med optimalt og inoptimalt gearret kapitalstruktur både ved intialvalg og eksisterende kapitalstruktur

Her følger en mere detaljeret definition af de initiale ejeres maksimeringsproblem

$$\max_{c_b \geq 0} G(A_0; c_b, c_c) \equiv \max_{c_b \geq 0} (A_0 + TB(A_0; c_b, c_c) - BC(A_0; c_b)) \quad (3.22)$$

$$= \max_{c_b \geq 0} (TB(A_0; c_b, c_c) - BC(A_0; c_b)), \quad (3.23)$$

som er sand, da A_0 er konstant. Løsningen findes i kapitlets bilag GØR DEN IKKE!!. Den optimale værdi af obligationsgæld ændres fortsat ikke. Dermed gælder, at den obligationskupon, c_b , der maksimerer den totale værdi af banken, G , er den samme med og uden CoCo-obligationer.

$$\max_{c_b \geq 0} G(A_0; c_b, c_c) \Rightarrow c_b^*(A_0; c_b, 0) = c_b^*(A_0; c_b, c_c). \quad (3.24)$$

Bemærk notationen. $X(X; c_b, 0)$ benyttes, når der ingen CoCo-obligationer er eller har været i kapitalstrukturen, og $X(X; c_b, c_c)$, hvis der har været eller er.

Når man har taget højde for det ekstra skattefradrag fra CoCo-obligationskuponerne, TB^C , ofres egenkapitalen i forholdet 1-til-1 med værdien af CoCo-obligationer. Det er klart eftersom den oprindelige egenkapitalsværdi fortyndes ved konvertering.

$$W(A_t; c_b^*, c_c) = W(A_t; c_b^*, c_c) - U^C(A_t; c_b^*, c_c) + TB^C(A_t; c_b^*, c_c). \quad (3.25)$$

Det totale skattefradrag vil stige med det ekstra fradrag, der kommer i forbindelse med CoCo-kuponbetalingerne.

$$TB(A_t; c_b^*, c_c) = TB(A_t; c_b^*, 0) + TB^C(A_t; c_b^*, c_c). \quad (3.26)$$

Resultatet kan summeres kort. En *de novo* indførelse af CoCo-obligationer i kapitalstrukturen ændrer ikke mængden af obligationer, U^B , ej heller påvirke fallitomkostningen, men dog skabe en ekstra social omkostning i form af (endnu) et skattesubsidie, der fremgår af sidste led af (3.26). Således vil denne implementeringsform ikke være fundament for en forbedring af kvaliteten af gælden, da fallittidspunktet og den dertilhørende omkostning er forblevet uændret.

Eksisterende og inoptimalt gearet kapitalstruktur

Antag, at CoCo-obligationer bliver indført i en eksisterende og gearet kapitalstruktur. Det antages yderligere, at kapitalstrukturen ikke er gearet optimalt. Kuponbetalingsraten for obligationerne er $\tilde{c}_b$ (som ikke nødvendigvis er lig c_b^*). Banken med denne kapitalstruktur bestemmer sig nu for at udstede CoCo-obligationer uden at ændre mængden af obligationer. Det vides fra Lemma 1, at denne handling ikke ændrer fallittidspunktet, og udstedelsen af CoCo-obligationer påvirker heller ikke værdien af obligationerne eller fallitomkostningen.

Præcis som tidligere stiger værdien af banken grundet det ekstra skattefradrag fra kuponbetalingerne til CoCo-obligationsholderne

$$G(A_t; \tilde{c}_b, c_c) = G(A_t; \tilde{c}_b, 0) + TB^C(A_t; \tilde{c}_b, c_c), \quad (3.27)$$

og ved budgetrestriktionen (3.9) kan værdien af egenkapitalen findes.

$$G(A_t; \tilde{c}_b, c_c) = W(A_t; \tilde{c}_b, c_c) + U^B(A_t; \tilde{c}_b, c_c) + U^C(A_t; \tilde{c}_b, c_c) \quad (3.28)$$

$$G(A_t; \tilde{c}_b, 0) + TB^C(A_t; \tilde{c}_b, c_c) = W(A_t; \tilde{c}_b, c_c) + U^B(A_t; \tilde{c}_b, c_c) + U^C(A_t; \tilde{c}_b, c_c) \quad (3.29)$$

$$W(A_t; \tilde{c}_b, 0) + U^B(A_t; \tilde{c}_b, 0) + TB^C(A_t; \tilde{c}_b, c_c) = W(A_t; \tilde{c}_b, c_c) + U^B(A_t; \tilde{c}_b, c_c) + U^C(A_t; \tilde{c}_b, c_c) \quad (3.30)$$

$$W(A_t; \tilde{c}_b, c_c) = W(A_t; \tilde{c}_b, 0) - U^C(A_t; \tilde{c}_b, c_c) + TB^C(A_t; \tilde{c}_b, c_c) \quad (3.31)$$

Ejerne er villige til at udstede CoCo-obligationer, da det vil hæve den samlede værdi af egenkapitalen, for selvom de mister værdi af størrelsen $U^C(A_t; \bar{c}_b, c_c) - TB^C(A_t; \bar{c}_b, c_c)$, får de et udbytte på $U^C(A_t; \bar{c}_b, c_c)$. Kvaliteten af gælden er ikke blevet forbedret, og der er følger ekstra sociale omkostninger i form af et skattesubsidie.

3.6 CoCo-obligationer i stedet for obligationer

I dette afsnit behandles scenarier, hvor CoCo-obligationerne kommer til at erstatte en del af obligationerne. Det vil enten ske i en *de novo*-situation, hvor en optimal obligationsgæld skal til at stiftes eller i en situation, hvor kapitalstrukturen er eksisterende og består af aktier og obligationer.

Initialt valg af kapitalstruktur ved regelmæssige begrænsninger

Her betragtes en bank, der udskifter en del af den (optimale) obligationsgæld, den skal til at udstede, med CoCo-obligationer. Udskiftningen er underlagt lovmæssige begrænsninger. Reglerne bevirker, at mængden af obligationer, $U^B(A_t, \bar{A}_B; \bar{c}_b, c_c)$, og mængden af CoCo-obligationer, $U^C(A_t, \bar{A}_B; \bar{c}_b, c_c)$, fastlåses, så

$$U^B(A_t, \bar{A}_B; \bar{c}_b, c_c) + U^C(A_t, \bar{A}_B; \bar{c}_b, c_c) = U^B(A_t, A_B^*; c_b^*, 0). \quad (3.32)$$

Dermed udsteder banken et niveau af kombinationsgæld, som kan sammenlignes med situationen, hvor den bare optimerede med aktier og obligationer.

Banken kan ved at ændre triggeren eller kuponen udstede uendelige mange forskellige CoCo-obligationer, der alle har samme værdi. Antag, at banken fastlåser triggeren, A_C , da kan kuponen c_c bestemmes.

$$U^C(A_t, \bar{A}_B; \bar{c}_b, c_c) = U^B(A_t, A_B^*; c_b^*, 0) - U^B(A_t, \bar{A}_B; \bar{c}_b, c_c) \Leftrightarrow \quad (3.33)$$

$$\frac{c_c}{r} \left(1 - \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma} \right) + \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma} \lambda \frac{c_c}{r} = U^B(A_t, A_B^*; c_b^*, 0) - U^B(A_t, \bar{A}_B; \bar{c}_b, c_c) \Leftrightarrow \quad (3.34)$$

$$c_c = \frac{U^B(A_t, A_B^*; c_b^*, 0) - U^B(A_t, \bar{A}_B; \bar{c}_b, c_c)}{\frac{1}{r} \left(1 - (1 - \lambda) \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma} \right)} \quad (3.35)$$

Spørgsmålet er, om banken ønsker variationen, hvor CoCo-obligationer og obligationer kombineres under et bestemt regelsæt, eller om udgangspunkt med blot obligationer er at foretrække. Her tages beslutningen initialt, og det er ændringen i værdien af banken, ΔG , der afgør, om de initiale ejere er interesserede i kombinationsvariante. Denne er givet ved

$$\Delta G = G(A_t, \bar{A}_B; \bar{c}_b, c_c) - G(A_t, A_B^*; c_b^*, 0) \quad (3.36)$$

$$= W(A_t, \bar{A}_B; \bar{c}_b, c_c) + U^B(A_t, \bar{A}_B; \bar{c}_b, c_c) + U^C(A_t, \bar{A}_B; \bar{c}_b, c_c) - W(A_t, A_B^*; c_b^*, 0) + \quad (3.37)$$

$$U^B(A_t, A_B^*; c_b^*, 0) \quad (3.38)$$

$$= W(A_t, \bar{A}_B; \bar{c}_b, c_c) - W(A_t, A_B^*; c_b^*, 0), \quad (3.39)$$

hvor der i anden linie er gjort brug af (3.32).

Dermed er ændringen i egenkapitalsværdi den relevante størrelse. I afsnit 3.3 blev et udtryk for værdien af egenkapitalen bestemt og

$$\Delta W = (\theta + \alpha - \theta\alpha) \left(\left(\frac{A_t}{A_B^*} \right)^{-\gamma} A_B^* - \left(\frac{A_t}{\bar{A}_B} \right)^{-\gamma} \bar{A}_B \right) - \theta \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma} \left(\lambda \frac{c_c}{r} \right). \quad (3.40)$$

Det betyder, at hvis

$$(\theta + \alpha - \theta\alpha) \left(\left(\frac{A_t}{A_B^*} \right)^{-\gamma} A_B^* - \left(\frac{A_t}{\bar{A}_B} \right)^{-\gamma} \bar{A}_B \right) - \theta \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma} \left(\lambda \frac{c_c}{r} \right) > 0, \quad (3.41)$$

så foretrækker de initiale ejere kombinationsvarianten indeholdende CoCo-obligationer. Det undersøges, hvornår (3.41) passer, og for nemheds skyld sættes

$$[A^*] = (\theta + \alpha - \theta\alpha) \left(\frac{A_t}{A_B^*} \right)^{-\gamma} A_B^*, \quad [\bar{A}] = (\theta + \alpha - \theta\alpha) \left(\frac{A_t}{\bar{A}_B} \right)^{-\gamma} \bar{A}_B \quad \text{og} \quad [A_C] = \theta \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma} \left(\lambda \frac{1}{r} \right)$$

(3.41) skrives nu som

$$0 < [A^*] - [\bar{A}] - c_c[A_C] \Leftrightarrow 0 < \frac{[A^*] - [\bar{A}]}{[A_C]} - c_c \Leftrightarrow c_c < \frac{[A^*] - [\bar{A}]}{[A_C]}. \quad (3.42)$$

Således stiger værdien af banken, når blot c_c er tilstrækkeligt lille, og både CoCo-obligationer og obligationer udstedes. Det undersøges, hvordan dette påvirker fallitomkostningen, ΔBC . Det er socialt optimalt, at denne falder. Altså,

$$BC(A_t, \bar{A}_B; \bar{c}_b, c_c) < BC(A_t, \bar{A}_B; c_b^*, 0). \quad (3.43)$$

Udtrykkene for BC bestemmes med formlerne i afsnit 3.3, hvor A_B sættes til henholdsvis $\bar{A}_B$ og A_B^* . Det giver

$$BC(A_t, \bar{A}_B; \bar{c}_b, c_c) - BC(A_t, A_B^*; c_b^*, 0) = \alpha \bar{A}_B \left(\frac{A_0}{\bar{A}_B} \right)^{-\gamma} - \alpha A_B^* \left(\frac{A_0}{A_B^*} \right)^{-\gamma} \quad (3.44)$$

$\bar{A}_B$ og A_B^* findes ved brug af (3.6), og ΔBC er givet ved

$$\Delta BC = \left(\bar{c}_b^{\gamma+1} - (c_b^*)^{\gamma+1} \right) \alpha \frac{(\beta(1-\theta))^{\gamma+1}}{A_0^\gamma}. \quad (3.45)$$

Dermed falder fallitomkostningen, $\Delta BC < 0$, for $c_b^* > \bar{c}_b$. Da banken er pålagt at udstede mindre obligationsgæld, idet den også udsteder CoCo-obligationer, er kuponbetalingen, c_b^* , i en optimal kapitalstruktur uden CoCo-obligationer højere end kuponen på obligationer, $\bar{c}_b$, i tilfældet med CoCo-obligationer. Og derfor er $c_b^* > \bar{c}_b$.

Er det muligt at indføre CoCo-obligationer (dog med begrænsninger) *de novo*, udstedes der både CoCo-obligationer og obligationer. Siden begrænsningen forudsætter, at den samlede gæld ikke stiger, skabes der ikke yderligere sociale omkostninger. Ydermere vil fallitomkostningen falde, da obligationsgælden qua begrænsningen er lavere.

I figur 3.4 er ændringen i værdien af banken plottet mod værdien af udstedte CoCo-obligationer. Eksemplet indeholder tilfælde med fire forskellige triggere og varierende værdi fra 1 til 25 af udstedte CoCo-obligationer. Kapitalstrukturen antages at have været ugearet og diverse parametre fremgår under figuren.

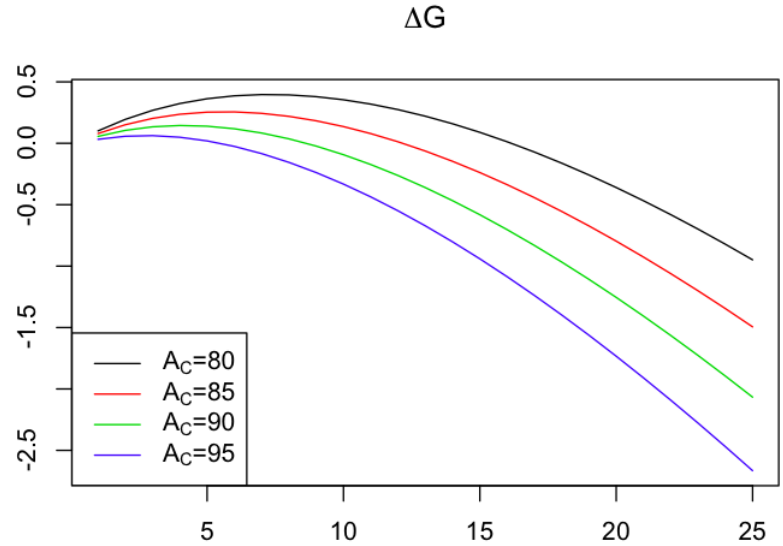
Det er tydeligt af figur 3.4, at kun en lille del af den optimale obligationsgæld udskiftes med CoCo-obligationsgæld. Bankens totale værdi falder, hvis for meget udskiftes. Dette er konsistent med, hvad (3.42) foreskrev. Omkring $U_C = 20$ antager alle fire grafer negative værdier. Tabet skyldes en ganske betydelig reduktion af bankens obligationer og dermed også en betydelig reduktion af skattefradraget. Dermed er det også konstateret, at værdiændringen af banken ved at udstede (nogle) CoCo-obligationer i stedet for (nogle) obligationer ikke har en monoton sammenhæng med mængde af CoCo-obligationer. Alt i alt foretrækker banken en kapitalstruktur indeholdende begge slags obligationer og egenkapital – dog udstedes kun en lille del CoCo-obligationsgæld.

Det kan også ses, at lavere trigger, A_C , vil resultere i højere værdi af banken. Det svarer til, hvad der blev vist i afsnit 3.4.

Næste afsnit undersøger, om dette også er tilfældet for en eksisterende kapitalstruktur, hvor CoCo-obligationerne kan komme ind ved udskiftning med obligationer.

Partiel udskiftning af obligationer med CoCo-obligationer

I dette afsnit undersøgtes situationen, hvor en bank med eksisterende kapitalstruktur, har mulighed for at udskifte nogle af deres obligationer med CoCo-obligationer.



Figur 3.4: ΔG . $A_t = 100$; $r = 0,05$; $\mu = 0,01$; $\sigma = 0,15$; $\theta = 0,35$; $\alpha = 0,50$; $\lambda = 1$, $c_b^* = 5,24$ og $U^B(A_t, A_B; c_b^*, 0) = 88,36$.

Det antages, at obligationskuponen er $\hat{c}_b$ (der ikke nødvendigvis er lig c_b^*), og banken foretager nu en udskiftning. Som konsekvens falder obligationskuponbetalingen til $\bar{c}_b$. Siden værdien af obligationsgælden falder, når denne udskiftning sker, vil fallitbarrieren også falde. Det markeres ved at ændre $\hat{A}_B$ til $\bar{A}_B$. Eftersom kapitalstrukturen er eksisterende, gælder der, at

$$U^B(A_t, \bar{A}_B; \bar{c}_b, c_c) + U^C(A_t, \bar{A}_B; \bar{c}_b, c_c) = U^B(A_t, \hat{A}_B; \hat{c}_b, 0), \quad (3.46)$$

som betyder, at eksisterende obligationsejere er indifferente mellem at holde deres obligationer eller skifte til CoCo-obligationer. Restriktion giver således fin markedsmæssig intuition.

Det antages også, at myndighederne bestemmer kuponen $\bar{c}_b$, og at banken selv konstruerer sine CoCo-obligationer ved at justere på kuponen, c_c , samt konverteringsforholdet, λ . I lighed med tidligere indsættes det fastlagte $\bar{c}_b$ i (3.46), og der løses for c_c , hvilket giver

$$c_c = \frac{U^B(A_t, \hat{A}_B; \hat{c}_b, 0) - U^B(A_t, \bar{A}_B; \bar{c}_b, c_c)}{\frac{1}{r} \left(1 - (1 - \lambda) \left(\frac{A_t}{\bar{A}_C} \right)^{-\gamma} \right)} \quad (3.47)$$

$$= \frac{\frac{\hat{c}_b}{r} \left(1 - \left(\frac{A_t}{\bar{A}_B} \right)^{-\gamma} \right) + \left(\frac{A_t}{\bar{A}_B} \right)^{-\gamma} (1 - \alpha) \bar{A}_B - \left(\frac{\bar{c}_b}{r} \left(1 - \left(\frac{A_t}{\bar{A}_B} \right)^{-\gamma} \right) + \left(\frac{A_t}{\bar{A}_B} \right)^{-\gamma} (1 - \alpha) \bar{A}_B \right)}{\frac{1}{r} \left(1 - (1 - \lambda) \left(\frac{A_t}{\bar{A}_C} \right)^{-\gamma} \right)} \quad (3.48)$$

$$= \frac{\hat{c}_b \left(1 - \left(\frac{A_t}{\bar{A}_B} \right)^{-\gamma} \right) - \bar{c}_b \left(1 - \left(\frac{A_t}{\bar{A}_B} \right)^{-\gamma} \right)}{1 - (1 - \lambda) \left(\frac{A_t}{\bar{A}_C} \right)^{-\gamma}} \quad (3.49)$$

$$= (\hat{c}_b - \bar{c}_b) \frac{\left(1 - \left(\frac{A_t}{\bar{A}_B} \right)^{-\gamma} \right)}{1 - (1 - \lambda) \left(\frac{A_t}{\bar{A}_C} \right)^{-\gamma}}. \quad (3.50)$$

Hvis egenkapitalsejerne skal initiere denne udskiftning, skal deres værdi vokse derved, $\Delta \hat{W} > 0$. I bilag C.4 gennemgås bevis for, hvorfor dette ikke er tilfældet. Resultatet bliver, at

$$\Delta \hat{W} = W(A_t, \bar{A}_B; \bar{c}_b, c_c) - W(A_t, \hat{A}_B; \hat{c}_b, 0) < 0. \quad (3.51)$$

Værdien af banken, G , stiger dog ved den partielle udskiftning, da den værdi, der mistes af egenkapitalen vindes af banken ved en sænket fallitomkostning.

$$\Delta \hat{G} = G(A_t, \bar{A}_B; \bar{c}_b, c_c) - G(A_t, \hat{A}_B; \hat{c}_b, 0) \quad (3.52)$$

$$= \frac{\hat{c}_b}{r} \left(\left(\frac{A_t}{\hat{A}_B} \right)^{-\gamma} - \left(\frac{A_t}{\bar{A}_B} \right)^{-\gamma} \right) + \alpha \hat{A}_B \left(\frac{A_t}{\hat{A}_B} \right)^{-\gamma} - \alpha \hat{A}_B \left(\frac{A_t}{\bar{A}_B} \right)^{-\gamma} - \theta \left(\frac{A_t}{\bar{A}_C} \right)^{-\gamma} \left(\lambda \frac{c_c}{r} \right) \quad (3.53)$$

Det ses, at når blot c_c er tilstrækkelig lav, $c_c \in (0, \bar{c}_1)$, da vil $\Delta\hat{G}$ være positiv, hvorfor banken som helhed gerne vil gennemføre den partielle udskiftning.

Det bevises specifikt i bilag tilhørende kapitlet DET GØR DET IKKE!, at hvis

$$\hat{c}_b \geq c_b^* \quad \text{og} \quad \lambda \geq 2 - \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^\gamma, \quad (3.54)$$

som det også til dels illustreres ved figur 3.5, er $2 - \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^\gamma \leq 1$ for $A_C \leq A_t$, og $\Delta\hat{G} > 0$. Det betyder, at konvertering med rabat ($\lambda < 1$) umuliggør, at bankens værdi stiger ved udskiftningen.

Ved en partiel udskiftning ser man et fald i fallitomkostningerne. Siden kuponbetalingen på obligationer falder, $\hat{c}_b > \bar{c}_b$, har ejerne et lavere skattefradrag, hvorfor fallit erklæres tidligere $\hat{A}_B < \bar{A}_B$.

$$\Delta\hat{BC} = BC(A_t, \bar{A}_B; \bar{c}_b, c_c) - BC(A_t, \hat{A}_B; \hat{c}_b, 0) \quad (3.55)$$

$$= \alpha \bar{A}_B \left(\frac{A_t}{\bar{A}_B} \right)^{-\gamma} - \alpha \hat{A}_B \left(\frac{A_t}{\hat{A}_B} \right)^{-\gamma} \quad (3.56)$$

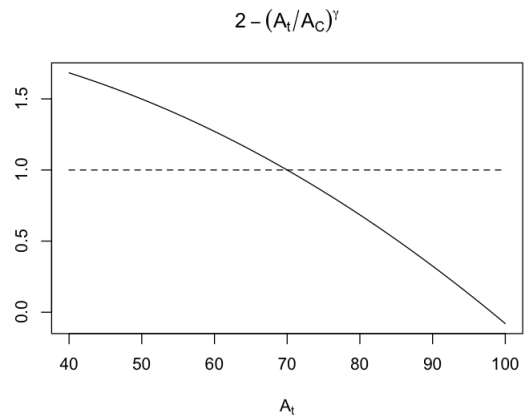
Som argumenteret for ovenfor, er fallitgrænsen $\bar{A}_B$ lavere end $\hat{A}_B$, hvorfor $\Delta\hat{BC} < 0$.

Hvis (3.54) er opfyldt, betyder det, at banken har en optimal eller overgearet kapitalstruktur. Det er ligetil at forstå: siden den samlede kuponbetaling er større end eller lig det optimale niveau, må banken være overgearet; en undergearing ville give en lavere kuponbetaling end det optimale niveau. Er det tilfældet, stiger bankens værdi ved en partiel udskiftning. Værdistigningen er dog ikke uden begrænsning. Forudsat en partiel udskiftning mister banken en del af sit skattefradrag, mens den på den anden side reducerer sine fallitomkostninger.

Sagen er således tveægget, men for en vis mængde indskiftet CoCo-obligationer mod obligationer, dominerer sænkede fallitomkostning det tabte skattefradrag. Det bemærkes, at ekstra sociale omkostninger kan forekomme. Hvis CoCo-obligationerne aldrig konverterer, kompenseres økonomien ikke for, at der er tilladt udskiftning.

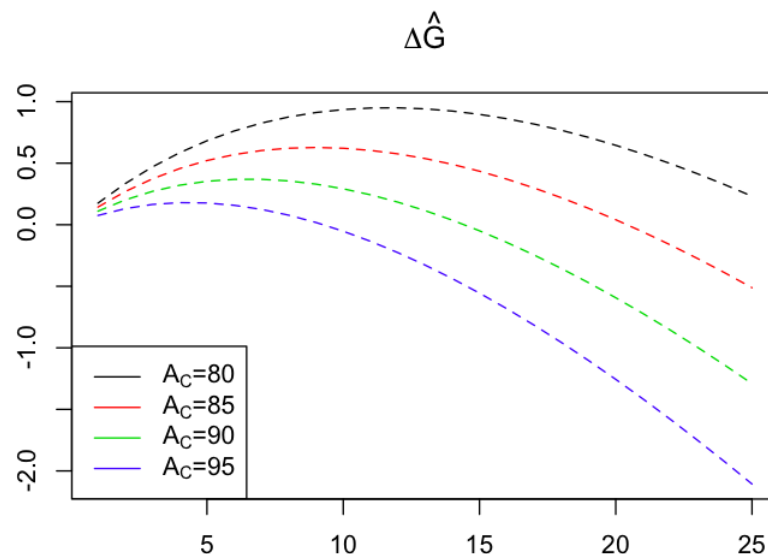
Stiger mængden af CoCo-obligationer voldsomt, så $c_c > \bar{c}_1$, da vil de mistede skattemæssige fordele overskygge alle gevinster herunder både den reducerede fallitomkostning samt det ekstra skattesubsidie. Dette er et udtryk for ineffektiviteten ved gældsoverhæng (engelsk: *debt overhang*).

Ejerne vil aldrig initiere en ændring som denne. Sagen er, at al potentiel merværdi for banken tilkommer obligationsejerne ved lavere fallitomkostning og værdioverførsel fra egenkapitalen.



Figur 3.5: $2 - \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^\gamma$. A_t løber på (40,100), $A_C = 70$, $r = 0,05$, $\mu = 0,01$ og $\sigma = 0,15$.

Det kan virke paradoksalt, at det ikke er i ejernes interesse, at bankens værdi stiger. Det skyldes, at den samlede værdi skal distribueres mellem fremmed- og egenkapital. Dette er netop de to agenter som tidligere beskrevet, og hver agent maksimerer sin nytte uden hensyntagen til *det store billede*. Var dette ikke tilfældet, ville 2008-finanskrisen måske være mindre voldsom eller undgået.



I figur 3.6 er samme øvelse som i figur 3.4 udført. Forskellen er, at kapitalstrukturen, som i resten af dette afsnit, er givet og gearet. Relevante parametre fremgår under figuren.

Figur 3.6: $\Delta\hat{G}$. $A_t = 100$; $r = 0,05$; $\mu = 0,01$; $\sigma = 0,15$; $\theta = 0,35$; $\alpha = 0,50$; $\lambda = 1$; $\hat{c}_b = c_b^* = 5,24$ og $U^B(A_t, \hat{A}_B; \hat{c}_b, 0) = U^B(A_t, A_B; c_b^*, 0) = 88,36$.

Det kan ses, at figurerne 3.4 og 3.6 har samme udformning, men hvor figur 3.4 viste, hvordan værdien af banken ændrer sig, når man gearer kapitalstrukturen og brugte CoCo-obligationer, så viser figur 3.6 situationen, hvor banken er gearet, men udskifter nogle af sine obligationer med CoCo-obligationer. De observationer og kommentarer, der gør sig gældende for figur 3.4 gælder også her. Der er dog en vigtig forskel mellem de to figurer. Plottet i samme diagram vil de stiplede linier lægge over de fuldt optrukne (se figur C.2 i bilag C.6). Det skyldes en relative større mængde fradragberettiget gæld efter udskiftningen. Der er altså et større skattefradrag.

Effekten ved introduktion af CoCo-obligationer er nu analyseret i forskellige setups. En ting er fælles for alle situationerne: banken kan gå konkurs. Men hvad sker der, når en stat ikke tillader dette? Hvad sker der, når man, som ved 2008-finanskrisen, oplever banker, der subsidieres i situationer, hvor de skulle gå fallit. Dette analyseres i næste afsnit.

3.7 En systemisk vigtig bank

Hvis en stat ikke kan lade en bank gå fallit, da dennes funktion er systemisk vigtig for det økonomien, benævnes den en systemisk vigtig bank (SV-bank). Omkostningerne ved en ren markedstilgang kan være uvurderlig skadelig. Lader man en SV-bank gå fallit, vil den ikke blot hive en masse andre banker med sig ned, den vil også skabe generel uro på markederne, hvilket kan betyde, at de *fryser* – det vil sige handelsvolumen går mod nul for en tid. En anden og mere direkte effekt er, at alle betalingssystemer kan stoppe. Det sætter samfundet i stå, øjeblikkeligt. Et sådant tilfælde er den finansielle verden ekstrem sårbar overfor.

Hvis banken ikke kan gå fallit, må det betyde, at på det tidspunkt, hvor der normalt ville blive erklæret konkurs, A_B , da vil staten gå ind og overtage selskabet. Dermed bliver SV-bankens obligationsholdere ikke ramt af fallitbegivenheden. SV-banken går (stadig) i betalingsstandsning ved A_B . Her kommer staten den (eller rettere dens kreditorer) til undsætning og standser falliterklæringen. Det gør den ved, at overtage værdien af de aktiver, som er tilbage, A_B , og samtidig overtage kuponbetalingsydelsen, c_b , til obligationsholderne. Og i Albul-Jaffee-Tchistyi er gælden evigtvarende, hvorfor den overtagede fordring har værdien $\frac{c_b}{r}$.

Grunden til at banken (stadig) vælger at gå fallit, når aktivernes værdi er faldet til A_B er, at hjælpen fra staten blot dækker den fremmedkapital, der er udgjort af obligationer. Derfor er det optimale fallittidspunkt stadig $\tau(A_B)$.

Bemærk, at fremmedkapitalen altid blot vil være udgjort af obligationer ved fallit. Det så vi allerede ved Lemma 1. Og værdien af statens indgriben er den samme, om CoCo-obligationer anvendes eller ej. Dermed er værdien af den økonomiske bistand, S , staten yder banken – CoCo-obligationer eller ej – ved fallit

$$S(A_t; c_b, 0) = S(A_t; c_b, c_c) = \left(\frac{c_b}{r} - A_B\right) \left(\frac{A_t}{A_B}\right)^{-\gamma}. \quad (3.57)$$

Værdien af en SV-bank, hvis kapitalstruktur indeholder obligationer, CoCo-obligationer og aktier, er således

$$G(A_t; c_b, c_c) = A_t + TB^B(A_t; c_b, c_c) + TB^C(A_t; c_b, c_c) + S(A_t; c_b, c_c) - BC(A_t; c_b, c_c) \quad (3.58)$$

$$= A_t + \frac{\theta c_b}{r} \left(1 - \left(\frac{A_t}{A_B}\right)^{-\gamma}\right) + \frac{\theta c_c}{r} \left(1 - \left(\frac{A_t}{A_C}\right)^{-\gamma}\right) + \left(\frac{c_b}{r} - A_B\right) \left(\frac{A_t}{A_B}\right)^{-\gamma} - 0. \quad (3.59)$$

Ergo er værdien af banken strengt stigende i c_b . Samtidig vil obligationerne blive risikofri, da staten dækker dem. Det betyder, at fallitomkostningen elimineres – i hvertfald set fra banken side. I realiteten eksisterer den stadigvæk, den bliver bare dækket af staten. Vi har således, at

$$U^B(A_t; c_b, c_c) = \frac{c_b}{r} \quad \text{og} \quad BC(A_t; c_b) = 0. \quad (3.60)$$

Dette er resultatet, når en SV-bank har en kapitalstruktur bestående af aktier, obligationer og CoCo-obligationer. I næste afsnit betragtes det, om det gør nogen forskel, hvis en ugearet SV-bank ønsker at være gearet.

Initialvalg af kapitalstruktur: CoCo-obligationer i stedet for obligationer

Det antages, at en SV-bank ejes af de initiale ejere, eller at der blot er udstedt egenkapital som gæld. Det betyder, at SV-banken ej er gearet. Der er nu et ønske om at udstede fremmed- og egenkapital (hvis ingen er udstedt) for at geare op.

Dette kan ske på to måder: enten ved blot at udstede aktier og obligationer, eller ved også at inkludere CoCo-obligationer. Sidstnævnte implementeringsform fordrer dog begrænsninger på maksimum-udstedelse af gæld. Præcis som tidligere. Problemstillingen kan til dels angribes ved brug af (3.62). Når banken blot udsteder aktier og obligationer, er den totale værdi

$$G(A_t; c_b, 0) = A_t + TB^B(A_t; c_b, 0) + S(A_t; c_b, 0) \quad (3.61)$$

$$= A_t + \frac{\theta c_b}{r} \left(1 - \left(\frac{A_t}{A_B} \right)^{-\gamma} \right) + \left(\frac{c_b}{r} - A_B \right) \left(\frac{A_t}{A_B} \right)^{-\gamma}. \quad (3.62)$$

Denne er strengt stigende i c_b . Det siger sig selv, at en større kuponbetaling vil give anledning til et større skattefradrag og mere økonomisk bistand fra staten. Når man blot ønsker at maksimere bankens totale værdi, er der ingen idé i at betragte *trade-off*'et mellem skattefordelen og fallitomkostningen. Det eneste, der skal fokuseres på, er at udstede så meget gæld som overhovedet muligt. Det vil nemlig give en større kuponbetaling.

Dette maksimeringsproblem er så lige til, at man må forvente, at myndighederne vil foregribe begunstningen, hvorfor de med fordel kan indføre et loft på kuponbetalingen, c_b^g . Toptegnet g henviser til stat (engelsk: *government*).

Denne nye øvre grænse for, hvor meget gæld, der må udstedes, og derfor hvor høj kuponbetalingsposten kan være, kan staten også bruge til at begrænse kuponbetalingsposten, hvis SV-banken vælger at udstede både obligationer og CoCo-obligationer.

Her kan staten kræve, at banken udsteder obligationer med kuponbetalingen $\bar{c}_b$ og CoCo-obligationer med kuponbetalingen c_c , så

$$U^B(A_t; c_b^g, 0) = U^C(A_t; \bar{c}_b, c_c) + U^B(A_t; \bar{c}_b, c_c) \quad (3.63)$$

(3.63) er let løst. Man skal blot huske, at alle obligationer nu værdifastsættes som evigtvarende annuiteter. Med denne viden kombineret med resultat fra Sætning 1, kan $\bar{c}_b$ findes.

$$\frac{c_b^g}{r} = \frac{c_c}{r} \left(1 - \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma} \right) + \lambda \frac{c_c}{r} \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma} + \frac{\bar{c}_b}{r} \Leftrightarrow \quad (3.64)$$

$$c_b^g = c_c \left(1 - \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma} \right) + \lambda c_c \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma} + \bar{c}_b \quad (3.65)$$

$$= c_c \left(1 - \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma} + \lambda \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma} \right) + \bar{c}_b \quad (3.66)$$

$$= c_c \left(1 - (1 - \lambda) \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma} \right) + \bar{c}_b \Leftrightarrow \quad (3.67)$$

$$\bar{c}_b = c_b^g - c_c \left(1 - (1 - \lambda) \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma} \right) \quad (3.68)$$

Opgørelsen af dette resultat er ganske udramatisk. Det er klart, at kuponbetalingen på obligationer er faldet. SV-banken havde udstedt op til det lovpligtigsmæssige maksimale niveau, der forbindes med c_b^g , og nu vælges der at sænke mængden for at kunne udstede CoCo-obligationer. Det er defor heller ikke overraskende, at kuponbetalingen på obligationerne er faldende for en stigende udstedelse af CoCo-obligationer.

Dette vil selvsagt også få størrelsen af statens økonomiske bidrag til at falde. Igen benyttes, at den optimale fallitgrænse er givet ved $A_B(\bar{c}_b) = \beta(1 - \theta)\bar{c}_b$, og værdien af den nye økonomiske bistand er

$$S(A_t; \bar{c}_b, c_c) = \left(\frac{\bar{c}_b}{r} - A_B(\bar{c}_b) \right) \left(\frac{A_t}{A_B(\bar{c}_b)} \right)^{-\gamma} \quad (3.69)$$

$$= \left(\frac{\bar{c}_b}{r} - \beta(1 - \theta)\bar{c}_b \right) \left(\frac{A_t}{\beta(1 - \theta)\bar{c}_b} \right)^{-\gamma} \quad (3.70)$$

$$= \bar{c}_b \left(\frac{1}{r} - \beta(1 - \theta) \right) \left(\frac{\beta(1 - \theta)\bar{c}_b}{A_t} \right)^{\gamma}. \quad (3.71)$$

Givet, at $r < 1$, $\theta < 1$ og $\beta < 1$, da er $S(A_t; \bar{c}_b, c_c)$ en stigende funktion i $\bar{c}_b$, hvilket spiller fint overens med det ovenstående.

At renten og skattekvotienten nødvendigvis må være mindre end en, virker tilforladeligt. I et ekstremt hypotetisk tilfælde kunne renten selvsagt godt være over en, mens det er helt urealistisk med en skattekvotient over en. Dog er det restriktionen på β , der fremgår af [Albul et. al (2010)] side 29, som virker spøjst. At denne skulle være mindre end en, synes direkte modsigende med de parameterværdier, man hidtil har anvendt (se eftertjek i bilag C.8).

Alt i alt er $S(A_t; \bar{c}_b, c_c)$ voksende i $\bar{c}_b$, og intuitionen er ganske som før, nemlig at størrelsen af statens økonomiske bistand er større, des større kuponbetalingen til obligationer er, og da $c_b^g > \bar{c}_b$ vil

$$S(A_t; c_b^g, 0) > S(A_t; \bar{c}_b, c_c). \quad (3.72)$$

Således er konklusionen på dette afsnit heller ikke overraskende. Hvis SV-banken udsteder aktier og obligationer, er værdien

$$G(A_t; c_b^g, 0) = A_t + TB(A_t; c_b^g, 0) + S(A_t; c_b^g, 0), \quad (3.73)$$

mens den ved udstedelse af både aktier, obligationer og CoCo-obligationer er

$$G(A_t; \bar{c}_b, c_c) = A_t + TB(A_t; \bar{c}_b, c_c) + S(A_t; \bar{c}_b, c_c) \quad (3.74)$$

Af (3.72) ses det, at statens økonomiske hjælp er mindre, hvis banken vælger at udstede CoCo-obligationer, og at denne forringelse overskygger den ændring i skattefradragets størrelse, som måtte være gældende ved udstedelse af både obligationer og CoCo-obligationer.

Her sker implementeringen ikke automatik. I næste afsnit undersøges det, om resultatet er anderledes, hvis kapitalstrukturen tænkes at være eksisterende, og CoCo-obligationerne kan substitueres ind.

Partiel udskiftning: Obligationer i stedet for CoCo-obligationer

Antag, at en SV-bank har en eksisterende kapitalstruktur indeholdende aktier og obligationer med kuponbetalingen $\hat{c}_b$. Spørgsmålet er, om denne SV-bank vil være interesseret i at udskifte nogle af sine obligationer for CoCo-obligationer.

Forskellen her i forhold til afsnit 3.6 er, at de resterende obligationer ikke stiger i værdi ved annoncering af en udstedelse af CoCo-obligationer. Obligationerne har allerede status som risikofri, hvorfor de ikke kan stige mere i værdi, selvom banken måske bliver mere sikker.

Dette er hele forskellen. Og når der ingen merværdi er at hente ved obligationerne, da vil det bare være skattefradraget, som domineres af det tabte skattesubsidie fra staten. Altså vil det hverken gavne bankens eller ejernes totale værdi. Derfor vil varianten aldrig blive aktuel, hvis implementeringen skal ske per automatik.

3.8 Flere ligevægtsaktiekurser og markedsmanipulationer

I dette afsnit behandles problemerne med flere ligevægtskurser, samt incitamenter til at manipulere aktiekursen.

Eftersom både aktier og CoCo-obligationer er fodringer på bankens *residual*-værdi undersøges, hvilke forhold som gør sig gældende, når egenkapitalholderne har incitament til at manipulere prisen, og når obligationsholderne har incitament til at manipulere aktiekursen.

Idet det antages, at før og ved konvertering er egenkapitalens værdi strengt stigende med værdien af bankens aktiver (eksempelvis som ved figur 3.1), da vil det være muligt at formulere en konverteringsregel, der ikke går på værdien af aktiverne, men derimod aktiekursen. Det er en fordel, da værdien af aktiverne ikke er observerbar, hvorimod aktiekursen typisk er tilgængelig hele tiden.

Således vil CoCo-obligationerne konvertere, når aktiekursen reflekterer, at $W_C = W(A_C; c_b, c_c)$. Er det sandt, vil konvertering ske til samme niveau af aktivværdi.

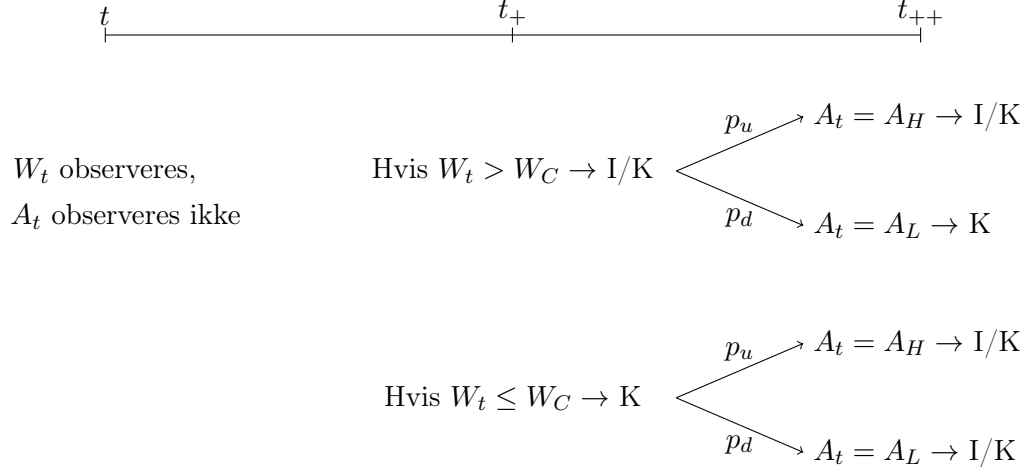
To ligevægtskurser

Når en bank udsteder aktier, obligationer og CoCo-obligationer, da vil det være muligt at opnå to ligevægtskurser for aktien, hvilket er problematisk, hvis triggeren forsøges udtrykt ved denne. I figur 3.7 er illustreret, hvordan muligheden for to ligevægte opstår, og hvordan informationsstrømmen er.

Til tidspunkt t kan blot aktiekursen observeres. Det er tanken, at man først senere ved, hvilken aktivværdi, der var gældende ved denne aktiekurs. Dermed kan der ske forskellige ting, indtil dette mysterium løses.

Det foregår således, at man observerer aktiekursen til tidspunkt t , W_t . Denne kan enten være over eller under den aktiekursbaserede trigger, henholdsvis $W_t \leq W_C$ eller $W_t > W_C$. Dette reageres der på til tidspunkt t_+ , og der afgøres, om der er konvertering. Bemærk, at markedsoperatørerne ikke kender den sande værdi af bankens aktiver, men handler udelukkende på baggrund af aktiekursen.

Til tidspunkt t_{++} kendes aktivværdien, A_t , der var associeret med aktiekursen ved tidspunkt t , W_t . Det vil sige, at man ved, om der var grundlag for konvertering eller ej. Aktivværdien antages at tage værdien A_d med sandsynlighed p_d og A_u med sandsynlighed p_u , hvor $p_d = p_u - 1$.



Figur 3.7: Aktiekurs, aktivværdi samt beslutning vedrørende CoCo-obligationskonvertering. K = Konvertering og I/K = Ingen Konvertering.

De to værdier som aktiverne kan antage, er konstrueret, så $A_d < A_C < A_u$. Og derfor kan at udslagene ved tidspunkt t_+ og t_{++} være inkonsistente i den forstand, at aktiekursen ved t_+ kan fordre konvertering, det vil sige $W_t \leq W_C$, mens aktivværdien ved t_{++} ej giver anledning hertil, altså $A_t = A_u$.

Vi ser nu nærmere på de forskellige muligheder for udviklingen og resultatet. Først betragtes situationen, hvor $W_t > W_C$. Ved tidspunkt t_+ er der ikke konvertering, hvorfor man kigger på aktivværdien ved tidspunkt t_{++} . Her kan der ske to ting, nemlig

- $A_t = A_u$ (det sker med sandsynligheden p_u) eller
- $A_t = A_d$ (det sker med sandsynligheden p_d).

Det betyder, at forventningen til værdien af egenkapitalen er

- $W(A_u; c_b, c_c)$ (det sker med sandsynligheden p_u) eller
- $W(A_d; c_b, c_c) - \lambda \frac{c_c}{r}$ (det sker med sandsynligheden p_d)

til tidspunkt t_{++} , hvilket betyder, at egenkapitalens værdi til tidspunktet før, t_+ , er

$$\bar{W}_t = p_u W(A_u; c_b, c_c) + p_d \left(W(A_d; c_b, 0) - \lambda \frac{c_c}{r} \right) \quad (3.75)$$

$$= p_u W(A_u; c_b, c_c) + (1 - p_u) \left(W(A_d; c_b, 0) - \lambda \frac{c_c}{r} \right). \quad (3.76)$$

Når der ikke er konvertering ved t_+ , anvendes notationen $\bar{W}_t$, og hvis der er konvertering, anvendes notationen $\hat{W}_t$ om værdien af den gamle egenkapital efter konvertering.

I den situation, hvor værdien af egenkapitalen fordrer konvertering, $W_t \leq W_C$, da vil udfaldet ved t_{++} ikke spille nogen rolle (for konverteringen), da der konverteres i alle tilfælde. Dermed er værdien af gammel egenkapital og ny egenkapital fra konverterede CoCo-obligationer $\hat{W}_t + \lambda \frac{c_c}{r}$.

Den samlede værdi af (både ny og gammel) egenkapital til tidspunkt t_{++} er – afhængigt af op- eller nedgang – $W(A_u; c_b, 0)$ og $W(A_d; c_b, 0)$, hvorfor værdien ved t_+ nødvendigvis er givet ved

$$\hat{W}_t + \lambda \frac{c_c}{r} = p_u W(A_u; c_b, 0) + p_d W(A_d; c_b, 0) \Leftrightarrow \quad (3.77)$$

$$\hat{W}_t = p_u W(A_u; c_b, 0) + (1 - p_u) (W(A_d; c_b, 0)) - \lambda \frac{c_c}{r}. \quad (3.78)$$

(3.76) og (3.78), der beskriver værdien af egenkapital, hvis der ikke konverteres og hvis der konverteres ved t_+ , er tydeligvis ikke ens. Forskellen mellem de observerede værdier af egenkapitalen kan findes ved brug af Sætning 1 som

$$\begin{aligned} \bar{W}_t - \hat{W}_t &= \dots \\ &= \left(p_u W(A_u; c_b, c_c) + (1 - p_u) \left(W(A_d; c_b, 0) - \lambda \frac{c_c}{r} \right) \right) - \left(p_u W(A_u; c_b, 0) + (1 - p_u) \left(W(A_d; c_b, 0) - \lambda \frac{c_c}{r} \right) \right) \\ &= p_u W(A_u; c_b, c_c) + (1 - p_u) W(A_d; c_b, 0) - (1 - p_u) \lambda \frac{c_c}{r} - p_u W(A_u; c_b, 0) - (1 - p_u) W(A_d; c_b, 0) + \lambda \frac{c_c}{r} \\ &= p_u W(A_u; c_b, c_c) - p_u W(A_u; c_b, 0) - (1 - p_u) \lambda \frac{c_c}{r} + \lambda \frac{c_c}{r} \\ &= p_u (W(A_u; c_b, c_c) - W(A_u; c_b, 0)) + p_u \lambda \frac{c_c}{r} \end{aligned} \quad (3.79)$$

Her indsættes, at

$$W(A_u; c_b, c_c) = A_u - \frac{c_b(1 - \theta)}{r} \left(1 - \left(\frac{A_u}{A_B} \right)^{-\gamma} \right) - \frac{c_c(1 - \theta)}{r} \left(1 - \left(\frac{A_u}{A_C} \right)^{-\gamma} \right) \quad (3.80)$$

$$- A_B \left(\frac{A_u}{A_B} \right)^{-\gamma} - \lambda \frac{c_c}{r} \left(\frac{A_u}{A_C} \right)^{-\gamma} \quad (3.81)$$

og

$$W(A_u; c_b, 0) = A_u - \frac{c_b(1 - \theta)}{r} \left(1 - \left(\frac{A_u}{A_B} \right)^{-\gamma} \right) - A_B \left(\frac{A_u}{A_B} \right)^{-\gamma}, \quad (3.82)$$

så

$$\begin{aligned}
\bar{W}_t - \hat{W}_t &= \dots \\
&= p_u \left[A_u - \frac{c_b(1-\theta)}{r} \left(1 - \left(\frac{A_u}{A_B} \right)^{-\gamma} \right) - \frac{c_c(1-\theta)}{r} \left(1 - \left(\frac{A_u}{A_C} \right)^{-\gamma} \right) \right. \\
&\quad \left. - A_B \left(\frac{A_u}{A_B} \right)^{-\gamma} - \lambda \frac{c_c}{r} \left(\frac{A_u}{A_C} \right)^{-\gamma} - A_u - \frac{c_b(1-\theta)}{r} \left(1 - \left(\frac{A_u}{A_B} \right)^{-\gamma} \right) - A_B \left(\frac{A_u}{A_B} \right)^{-\gamma} \right] + p_u \lambda \frac{c_c}{r} \\
&= p_u \left(-\frac{c_c(1-\theta)}{r} \left(1 - \left(\frac{A_u}{A_C} \right)^{-\gamma} \right) - \lambda \frac{c_c}{r} \left(\frac{A_u}{A_C} \right)^{-\gamma} \right) + p_u \lambda \frac{c_c}{r} \\
&= p_u \frac{c_c}{r} \left(1 - \left(\frac{A_u}{A_C} \right)^{-\gamma} \right) (\lambda + \theta - 1)
\end{aligned} \tag{3.83}$$

Hvilket betyder, at så længe $\lambda + \theta > 1$, så er $\bar{W}_t > \hat{W}_t$. Det kan indses idet man genkalder, at $A_u > A_C$ per definition.

At θ , som er skattekvotienten, og λ , som er konverteringsparameteren, har betydning for, om egenkapitalen har højere værdi, når konvertering sker med sandsynlighed p_d kontra det tilfælde, hvor det sker under alle omstændigheder, giver fin intuitiv mening, og ræsonnementet er ækvivalent med forklaringen i afsnit 3.4 vedrørende (3.17).

Ejerne mister nemlig værdi proportionelt med de to størrelser. Den fortyndende effekt er større, des større λ er, mens tabet af skattefradrag er større, des større θ er. Dermed kan det – navnligt ved fortyndelseeffekten – forstås, at givet den var uforholdsmæssigt lavt sat, da ville egenkapitalen faktisk gerne slippe for kuponbetalingen mod (lidt) fortyndning af deres position som egenkapital. Dette var præcis, hvad man så ved figurerne (3.1) og (3.2).

De to forskellige aktiekurser, $\hat{W}_t$ og $\bar{W}_t$, kommer altså af, at man i det ene tilfælde med garanti mister skattefordelen fra kuponbetalingen til CoCo-obligationer, mens man i det andet tilfælde blot mister den med sandsynlighed p_d .

Hvis der er mulighed for to forskellige aktiekurser, da vil der også være mulighed for at påvirke markedet i den eller anden retning. Påvirkning vil naturligvis være afhængig af agenten, der søger at maksimere sin nytte. Dette behandles i de sidste underafsnit af dette kapitel. Problemstilling behandles ligeledes i [Sundaresan (2010)], der på effektiv vis illustrerer problemet. Dette er gengivet i bilag C.10.

Kursmanipulationsincitamenter

I de næste to afsnit undersøges, hvilke faktorer der skal gøre sig gældende, hvis henholdsvis CoCo-obligationsejerne eller egenkapitalejerne skal have incitament til at manipulere aktiemarkedet.

Manipulation anført af CoCo-obligationsholderne

Manipulationsmotivet for CoCo-obligationsholderne er først at gå langt i CoCo-obligationen (hvilket gør dem til CoCo-obligationsholderne), dernæst at manipulere prisen ned til konvertering og modtage aktier.

Herpå vente til markedet vender tilbage til sit normale niveau og der sælge aktierne til den normale kurs – der er over konverteringskursen.

CoCo-obligationsholderne kan manipulere markedet i en nedadgående retning ved forskellige metoder. Disse kan være så simple som at sprede dårlige rygter om banken eller benytte en metode, der involverer at gå kort i den relevante aktie.

For god ordens skyld oplyses der om, at bevidst rygtedannelse med henblik på at skabe kursændring kaldes kursmanipulation og er ulovligt.

Når man går kort i en aktie, sælger man den uden at have den. Det er således en gearet position, og man skal købe aktien tilbage igen på et tidspunkt. En normal markedsantagelse går på, at man ikke kan påvirke markedet med sin gøren og færd. Det vil sige, at hvis familien ABC vælger at sætte alt deres opsparing i firma XYZ, da vil denne investering ikke påvirke udviklingen for firma XYZ' aktie. Antagelsen er den samme vedrørende *short selling* eller *at gå kort* i aktien. Ved fuld information bør det at gå kort ikke påvirke aktiekursen.

Det er dog ikke altid tilfældet, at gængse markedsantagelser holder vand, for eksempel kan disse sættes i svagt lys, når handelsvolumen og likviditeten er lav. Historisk har det vist sig, at det ved forskellige lejligheder er lykkedes blandt andet såkaldte *hedgefonde*, at vælge en aktie ved massiv short-selling. Et eksempel er rygtet, om at Lehman Brothers fik dødsstødet, da en række amerikanske hedge-fonde via en stiltiende aftale (engelsk: *tacit collusion*) gjorde markedsinformationen asymmetrisk, og det lykkedes dem således at få markedet til at tro, at det markante antal short-sellings var et tegn på, at aktien var på vej nedad. Derfor nævnes short-selling som en mulighed for at manipulere prisen nedad.

Værdien af A_t er givet som ved figur C.3 i bilag C.9. Ved manipulering antages det, at CoCo-obligationsholderne er i stand til at påvirke den risikoneutrale op- og nedandsynlighed, p_u og p_d , til at være $p'_u < p_u$ og $p'_d > p_d$. Det betyder, at markedet kan danne to forskellige aktiekurser. Det antages, at $A_L < A_C < A_H$. Vi ser på de to forskellige værdier henholdsvis før og efter. Før er

$$\tilde{W}_t = p_u W(A_H; c_b, 0) + (1 - p_u) W(A_L; c_b, 0) \quad (3.84)$$

og efter er

$$\tilde{\tilde{W}}_t = p'_u W(A_H; c_b, 0) + (1 - p'_u) W(A_L; c_b, 0). \quad (3.85)$$

Ved konvertering får CoCo-obligationsholderne aktier svarende til $\lambda \frac{c_c}{r}$. Når markedet stabiliseres igen, og alles forventninger ikke er influeret af *adverse selection*, da vil værdien af egenkapitalen bevæge sig fra $\tilde{\tilde{W}}_t$ til $\tilde{W}_t$. Dermed er pay-off ved manipulation, som trigger konvertering til de tidligere CoCo-obligationsejere, der modtog aktier ved konverteringen, givet ved forholdet mellem aktiekurserne samt aktiekonverteringskapitalen. Altså,

$$\Pi'_t = \lambda \frac{c_c}{r} \left(\frac{\tilde{W} - \tilde{\tilde{W}}}{\tilde{\tilde{W}}} + 1 \right) = \lambda \frac{c_c}{r} \frac{\tilde{W}}{\tilde{\tilde{W}}} - \frac{\tilde{\tilde{W}}}{\tilde{\tilde{W}}} + \frac{\tilde{\tilde{W}}}{\tilde{\tilde{W}}} = \lambda \frac{c_c}{r} \frac{\tilde{W}}{\tilde{\tilde{W}}} \quad (3.86)$$

$$= \lambda \frac{c_c}{r} \frac{p_u W(A_H; c_b, 0) + (1 - p_u) W(A_L; c_b, 0)}{p'_u W(A_H; c_b, 0) + (1 - p'_u) W(A_L; c_b, 0)}. \quad (3.87)$$

Pay-off til samme agent uden manipulation, og det vil sige uden en nødvendig konvertering, vil være

$$\Pi_t = p_u U^C(A_u; c_b, c_c) + (1 - p_u) \lambda \frac{c_c}{r}. \quad (3.88)$$

Her er forskellen ved de to pay-offs

$$\Pi'_t - \Pi_t = \lambda \frac{c_c}{r} \frac{p_u W(A_u; c_b, 0) + (1 - p_u) W(A_d; c_b, 0)}{p'_u W(A_u; c_b, 0) + (1 - p'_u) W(A_d; c_b, 0)} - \left(p_u U^C(A_u; c_b, c_c) + (1 - p_u) \lambda \frac{c_c}{r} \right) \quad (3.89)$$

$$= \frac{-c_c \lambda p_u W(A_u; c_b, 0)}{(p'_u - 1)r((p'_u - 1)W(A_d; c_b, 0) + p'_u W(A_u; c_b, 0))} \quad (3.90)$$

$$+ \frac{c_c \lambda p'_u W(A_u; c_b, 0)}{(p'_u - 1)r((p'_u - 1)W(A_d; c_b, 0) + p'_u W(A_u; c_b, 0))} \quad (3.91)$$

$$+ \frac{c_c \lambda p_u}{(p'_u - 1)r} + \frac{c_c \lambda p_u}{r} - \frac{c_c \lambda}{(p'_u - 1)r} - \frac{c_c \lambda}{r} - p_u U^C(A_u; c_b, c_c) \quad (3.92)$$

$$= \lambda \frac{c_c}{r} \frac{(p_u - p'_u)(W(A_u; c_b, 0) - W(A_d; c_b, 0))}{p'_u W(A_u; c_b, 0) - (1 - p'_u)W(A_d; c_b, 0)} - p_u \left(U^C(A_u; c_b, c_c) - \lambda \frac{c_c}{r} \right). \quad (3.93)$$

Fra Sætning 1 kendes værdien af CoCo-obligationen, $U^C(A_u; c_b, c_c)$, som indsættes

$$\Pi'_t - \Pi_t = \lambda \frac{c_c}{r} \frac{(p_u - p'_u)(W(A_u; c_b, 0) - W(A_d; c_b, 0))}{p'_u W(A_u; c_b, 0) - (1 - p'_u)W(A_d; c_b, 0)} - p(1 - \lambda) \frac{c_c}{r} \left(1 - \left(\frac{A_u}{A_C} \right)^{-\gamma} \right) \quad (3.94)$$

$$= \lambda \frac{c_c}{r} \frac{p_u - p'_u}{p'_u + \frac{W(A_d; c_b, 0)}{W(A_u; c_b, 0) - W(A_d; c_b, 0)}} - p_u(1 - \lambda) \frac{c_c}{r} \left(1 - \left(\frac{A_u}{A_C} \right)^{-\gamma} \right). \quad (3.95)$$

Det ses, at hvis konverteringsforholdet $\lambda = 0$, da vil $\Pi'_t - \Pi_t < 0$, hvorfor CoCo-obligationsholderne ikke vil have motiv til at manipulere aktiemarkedet.

Vi forsøger nu at finde det konverteringsforhold, der sikrer, at $\Pi'_t - \Pi_t = 0$.

$$\Pi'_t(\lambda^*) - \Pi_t(\lambda^*) = 0 \Leftrightarrow \quad (3.96)$$

$$\lambda^* = \frac{p_u \left(1 - \left(\frac{A_u}{A_C} \right)^{-\gamma} \right)}{p'_u + \frac{W(A_d; c_b, 0)}{W(A_u; c_b, 0) - W(A_d; c_b, 0)} + p_u \left(1 - \left(\frac{A_u}{A_C} \right)^{-\gamma} \right)}. \quad (3.97)$$

Eftersom det er defineret, at $A_u > A_C$, da vil $\lambda^* > 0$, men samtidig gælder der også, som en konsekvens af

$$p'_u + \frac{W(A_d; c_b, 0)}{W(A_u; c_b, 0) - W(A_d; c_b, 0)} > 0, \quad (3.98)$$

at $\lambda^* < 1$.

Dermed findes der altså et konverteringsforhold, $\lambda^* \in (0, 1)$, så $\Pi'_t - \Pi_t = 0$. Det betyder også, at hvis $\lambda \leq \lambda^*$, da vil CoCo-obligationsholderne intet rationelt incitament have til at manipulere markedet, mens de for $\lambda > \lambda^*$ har³. Sagen er den, at når konverteringsforholdet er tilstrækkeligt ufordelagtigt for CoCo-obligationsejerne (det vil sige tilstrækkeligt lavt), da vil den relativt lille mængde aktier, som de får ved konvertering, domineres af værdien af de fremtidige kuponbetalinger, som de går glip af, til trods for en post-konvertering aktiekurs stigning når markedets forventninger vender tilbage til normalen. De to differenser $p_u - p'_u$ og $A_u - A_d$ er faktorerne, der afgør, hvor tæt konverteringsparameteren skal placere sig på intervallet mellem nul og en, for at der ikke eksisterer incitament for CoCo-obligationsholderne. Hvis differensen $p_u - p'_u$ er stor, svarer det til, at CoCo-obligationsholderne har nemt ved at påvirke aktiemarkedet, og i det tilfælde skal konverteringsparameteren være lavere for at undgå manipulations-incitamenter. Hvis differensen $A_u - A_d$ er stor, svarer det til, at der er stor forskel på de to mulige realisationer af aktivværdien, hvilket helt konkret gør forskellen $W(A_u; c_b, 0) - W(A_d; c_b, 0)$ større, og det kræves derfor, at λ^* er forholdsvis lavere. I ord betyder det, at des større usikkerhed, der er om værdien af aktiver, des lavere skal konverteringsparameteren være.

Det var manipulationsforholdene set fra CoCo-obligationsholdernes perspektiv. I næste afsnit betragtes situationen, hvor det er ejerne af egenkapitalen, der ønsker at vildlede markedet.

Manipulation anført af ejerne

I dette afsnit behandles det manipulationsmotiv, som måtte eksistere for holderne af egenkapitalen. Her er guleroden at slippe forholdsvis billigt for kuponbetalingen til CoCo-obligationsholderne, c_c . Strategien er, på en eller anden måde at vildlede markedet, så aktiekursen falder til W_C , og CoCo-obligationerne konverterer til aktier. Når det er sket slipper de oprindelige holdere af egenkapitalen nemlig for kuponbetalingen, c_c , til CoCo-obligationsholderne.

Det er tydeligt, at hvis denne operation overhovedet skal kunne betale sig, da skal konverteringen fra CoCo-obligation til aktiekapital være fordelagtig for den oprindelige egenkapital. Er det ikke tilfældet, da slipper de stadig for at betale kuponen, c_c , men de mister dog skattefradraget associeret med denne betaling, og de betaler en høj pris i form af en, for dem, dårlig konverteringsaftale, der sikrer CoCo-obligationsholderne meget egenkapital ved konvertering.

Vi betragter nu, hvordan pay-offmønstret tager sig ud. Værdien af den oprindelige egenkapital – inden manipulation – er givet ved $W(A_t; c_b, c_c)$. Hvis det lykkes at vildlede markedet til konvertering, da er værdien på det tidspunkt $W(A_C; c_b, 0)$. Denne værdi er dog ikke korrekt, og når markedet ryster chokket af sig og vender, vil prisen normaliseres og blive $W(A_t; c_b, 0)$.

Nu er værdien af den oprindelige egenkapital givet ved den totale nye værdi af egenkapital, $W(A_t; c_b, 0)$, fratrasket den andel der tilhører de nye egenkapitalsholdere udgjort af de gamle CoCo-obligationsejere, $\lambda \frac{c_c}{r} \left(\frac{W(A_t; c_b, 0) - W(A_C; c_b, 0)}{W(A_C; c_b, 0)} + 1 \right) = \lambda \frac{c_c}{r} \frac{W(A_t; c_b, 0)}{W(A_C; c_b, 0)}$. Altså er pay-off til den oprindelige egenkapital givet ved

³Det er sandt eftersom $(\Pi'_t - \Pi_t)'_{\lambda} = \frac{c_c}{r} \frac{p_u - p'_u}{p'_u + \frac{W(A_u; c_b, 0) - W(A_d; c_b, 0)}{W(A_C; c_b, 0)}} + p_u \frac{c_c}{r} \left(1 - \left(\frac{A_u}{A_C} \right)^{-\gamma} \right) > 0$ og fordi det er antaget, at W er strengt stigende i A før og ved konvertering.

$$\Delta\Pi_t^W = \left(W(A_t; c_b, 0) - \lambda \frac{c_c}{r} \frac{W(A_t; c_b, 0)}{W(A_C; c_b, 0)} \right) - W(A_t; c_b, c_c). \quad (3.99)$$

Dermed vil den oprindelige egenkapital ikke have incitament til at manipulere markedet, så længe at $\Delta\Pi_t^W \leq 0$.

Igen kan Sætning 1 anvendes, hvilket giver

$$\Delta\Pi_t^W = \left(A_t - \frac{c_b(1-\theta)}{r} \left(1 - \left(\frac{A_t}{A_B} \right)^{-\gamma} \right) - A_B \left(\frac{A_t}{A_B} \right)^{-\gamma} \right) - \lambda \frac{c_c}{r} \frac{W(A_t; c_b, 0)}{W(A_C; c_b, 0)} \quad (3.100)$$

$$- \left(A_t - \frac{c_b(1-\theta)}{r} \left(1 - \left(\frac{A_t}{A_B} \right)^{-\gamma} \right) - \frac{c_c(1-\theta)}{r} \left(1 - \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma} \right) - \right. \quad (3.101)$$

$$\left. A_B \left(\frac{A_t}{A_B} \right)^{-\gamma} - \lambda \frac{c_c}{r} \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma} \right) \quad (3.102)$$

$$= \frac{c_c(1-\theta)}{r} \left(1 - \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma} \right) + \lambda \frac{c_c}{r} \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma} - \lambda \frac{c_c}{r} \frac{W(A_t; c_b, 0)}{W(A_C; c_b, 0)}. \quad (3.103)$$

Det kan åbenlyst sluttes, at pay-off til de oprindelige egenkapitalsholdere er positivt, når $\lambda = 0$. Dette er ikke bare givet ved ovenstående ligning, men det følger også intuitivt. Hvis $\lambda = 0$, koster det ikke noget for de oprindelige egenkapitalsholdere, at der konverteres. Det er iøvrigt irrelevant, om man henviser til dem som værende den oprindelige – selv efter konvertering er de alene.

At $\lambda = 0$ er ekstremværdien for, hvor fordelagtig konverteringsforholdet kan være for de oprindelige egenkapitalsholdere. I den anden ende af ekstremerne kan man forestille sig, at $\lambda = 1$ ($\lambda > 1$ kan dog sagtens lade sig gøre), og da de også mister et skattefradrag ved konverteringen, da vil den bedste værdi i denne kontekst for egenkapitalen være, at $\theta = 0$. Under disse betingelser er

$$\Delta\Pi_t^W|_{\lambda=1, \theta=0} = \frac{c_c}{r} \left(1 - \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma} \right) + \frac{c_c}{r} \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma} - \frac{c_c}{r} \frac{W(A_t; c_b, 0)}{W(A_C; c_b, 0)} \quad (3.104)$$

$$= \frac{c_c}{r} - \frac{c_c}{r} \frac{W(A_t; c_b, 0)}{W(A_C; c_b, 0)} \quad (3.105)$$

$$= \frac{c_c}{r} \left(1 - \frac{W(A_t; c_b, 0)}{W(A_C; c_b, 0)} \right) < 0. \quad (3.106)$$

Som indikeret ved (3.106), er $\Delta\Pi_t^W|_{\lambda=1, \theta=0}$ strengt negativ. Det er klart, at hvis konverteringsparameteren *låses* til $\lambda = 1$, da vil en hver brugbar værdi af skattekvotienten, θ , blot gøre $\Delta\Pi_t^W$ mere og mere negativ, og der vil således ikke være grundlag for, at de oprindelige egenkapitalsholdere vildleder markedet i håb om profit.

Det konverteringsforhold, der sikrer, at pay-off til de oprindelige egenkapitalsholdere er givet ved

$$\Delta \Pi_t^W(\lambda^{**}) = 0 \Leftrightarrow \quad (3.107)$$

$$0 = \frac{c_c(1-\theta)}{r} \left(1 - \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma} \right) + \lambda^{**} \frac{c_c}{r} \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma} - \lambda^{**} \frac{c_c}{r} \frac{W(A_t; c_b, 0)}{W(A_C; c_b, 0)} \Leftrightarrow \quad (3.108)$$

$$\lambda^{**} = \frac{\left(1 - \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma} \right) (1-\theta) W(A_C; c_b, 0)}{\left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma} W(A_C; c_b, 0) - W(A_t; c_b, 0)} \quad (3.109)$$

$$= (1-\theta) \frac{1 - \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma}}{\frac{W(A_t; c_b, 0)}{W(A_C; c_b, 0)} - \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma}}. \quad (3.110)$$

Det betyder, at når $\lambda \geq \lambda^{**}$, så vil de oprindelige holdere af egenkapitalen ikke have et incitament til at manipulere markedet. Og omvendt, hvis $\lambda < \lambda^{**4}$.

Udtrykket $\frac{W(A_t; c_b, 0)}{W(A_C; c_b, 0)}$ betyder, at λ^{**} er en aftagende funktion af A_t . Det vil sige, at hvis man ønsker, at (3.110) skal være sand for alle A_t , da skal den lavest mulige værdi af A_t indsættes. Denne er A_C , og man har

$$\lambda^{**} = (1-\theta) \frac{1 - \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma}}{\frac{W(A_C; c_b, 0)}{W(A_C; c_b, 0)} - \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma}} \quad (3.111)$$

$$= (1-\theta) \frac{1 - \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma}}{1 - \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma}} \quad (3.112)$$

$$= 1 - \theta. \quad (3.113)$$

Det betyder altså, at hvis $\lambda \geq (1-\theta)$, da vil egenkapitalen ikke være interesseret i at vildlede markedet. Grunden er simpelthen, at hvis konverteringsforholdet er *for* højt, vil det være for dyrt at slippe for CoCo-obligationskuponbetalingen, c_c .

Det er dermed vist, at den øvre grænse for, hvornår det ikke kan betale sig for CoCo-obligationsholderne at manipulere markedet er givet ved (3.97), mens den nedre grænse for, hvornår holderne af egenkapitalen har et incitament til at manipulere markedet, er $(1-\theta)$. Det betyder alt i alt, at hvis man sætter konverteringsforholdet, sådan at

$$\lambda = 1 - \theta \quad \text{og} \quad \lambda^* > (1 - \theta), \quad (3.114)$$

så eksisterer der netop én ligevægtsaktiekurs, og hverken CoCo-obligationsejerne eller holderne af egenkapitalen vil være interesseret i at manipulere denne kurs.

⁴Det præcise matematiske argument er ligesom ved fodnote 3.

3.9 CoCo-obligationer og asset substitution

Det undersøges i nærværende afsnit, om inkluderingen af CoCo-obligationer i kapitalstrukturen øger ejernes villighed til at satse på mere risikable projekter. Villigheden undersøges, når

- CoCo-obligationer udstedes ovenpå obligationerne i en *de novo* kapitalstruktur.
- CoCo-obligationer introduceres til en *de novo* kapitalstruktur som en obligations-swap og med regelmæssige restriktioner.
- CoCo-obligationer introduceres til en eksisterende kapitalstruktur som en obligations-swap og med regelmæssige restriktioner.

De Novo kapitalstruktur: CoCo-obligationer som aktie-swap

I afsnit 3.5 fandt vi, at en bank vil være interesseret i at tilføje CoCo-obligationer til sin kapitalstruktur, når disse bliver udstedt oven på den optimale obligationsgæld. I dette afsnit undersøges det, om inkludering kan tænkes at give anledning til større villighed til asset substitution. Asset substitution foregår helt konkret i modellen ved at ændre volatilitetsparameteren σ . Når volatiliteten opjusteres, svarer det til, at man flytter mere masse ud i halerne for fordelingen af dynamikken for aktivværdien. Det vil sige, at der flyttes mere sandsynlighedsmasse over på triggerbegivenheden. Man kan sige, at likelihood'en for konvertering stiger med volatiliteten.

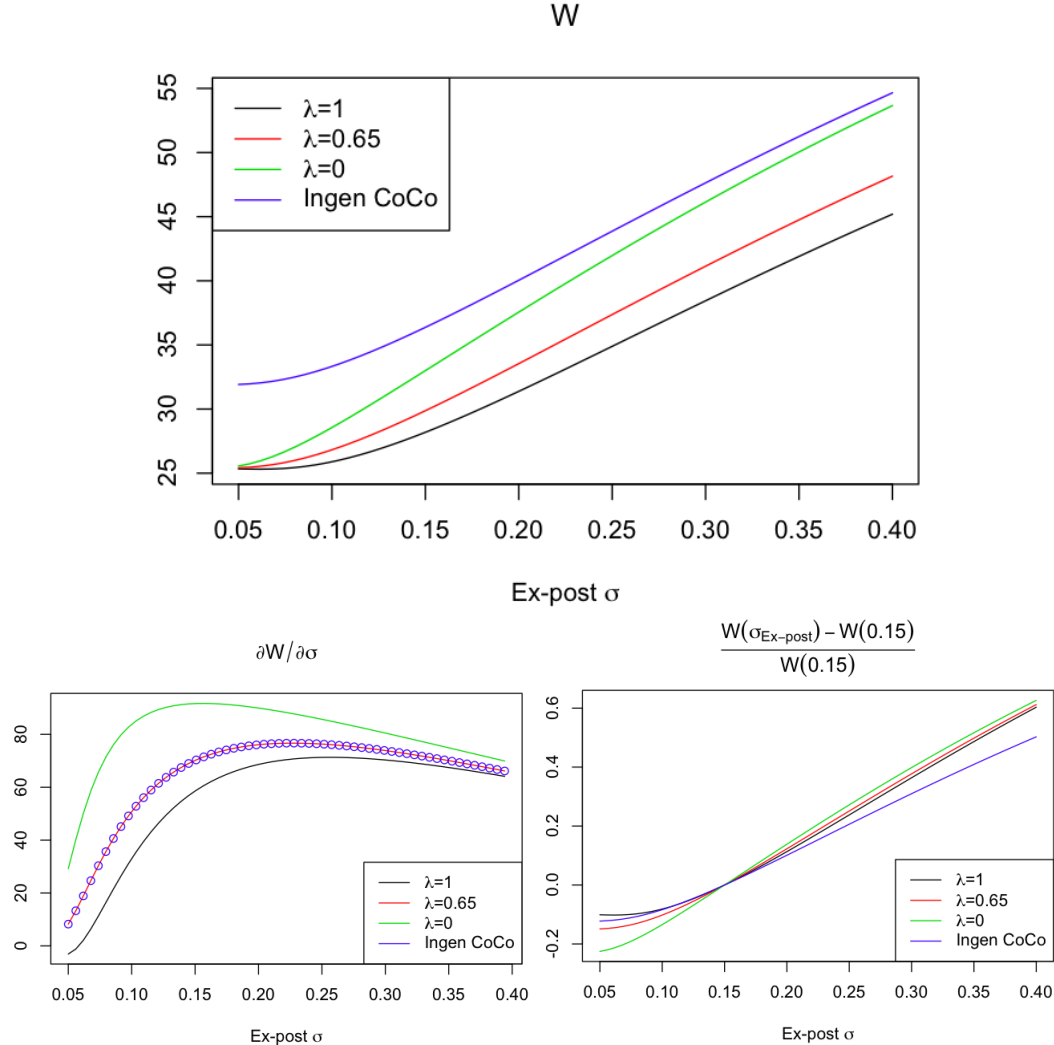
Af (3.113) fremgår det, at hvis $(\lambda + \theta) > 1$, er det ikke fordelagtigt for ejerne at holde risikable aktiver. Det er fordi konvertering er dem ufordelagtig. Det betyder dog, i det fald at $(\lambda + \theta) < 1$, da vil der foreligge et incitament til asset substitution.

Figur 3.8 illustrerer, hvordan værdien af egenkapitalen afhænger af volatiliteten. Det er antaget, at banken er ugearet og netop før udstedelsen er volatiliteten, $\sigma = 0,15$. De relevante parameterværdier fremgår af titlen på figur 3.8. Banken optimerer sin kapitalstruktur ved at geare op, og der vurderes fire forskellige situationer. Benchmarket er situationen, hvor gearing foregår uden brug af CoCo-obligationer (blå graf). I de resterende tre tilfælde anvendes CoCo-obligationer, og her er konverteringsparameteren, λ , valgt, så

$$\lambda + \theta > 1, \quad \lambda + \theta = 1 \quad \text{og} \quad \lambda + \theta < 1 \quad (3.115)$$

Når kapitalstrukturen er optimeret, kan ejerne søge at hæve værdien af deres position ved at hæve eller sænke volatiliteten. Den nye værdi er i eksemplet refereret til som ex-post σ .

Det store diagram viser værdien af egenkapitalen som funktion af ændringer i volatiliteten i en eksisterende kapitalstruktur. Under denne viser diagrammet til venstre hældningen. Bemærk, at begge diagrammer er konsistente med, hvad der tidligere blev vist, nemlig at asset substitutionsincitamentet vil være lavere (eller det samme ved $\lambda + \theta = 1$), når $\lambda + \theta > 1$. Diagrammet til højre viser den relative gevinst i forhold til ex-ante niveauet, $\frac{W(\cdot) - W(\sigma=0,15)}{W(\sigma=0,15)}$, og det er vigtigt at observere, at for ex-post værdier af σ over 0,20, er graferne med CoCo-obligationer alle over den uden (blå graf). Og konklusionen



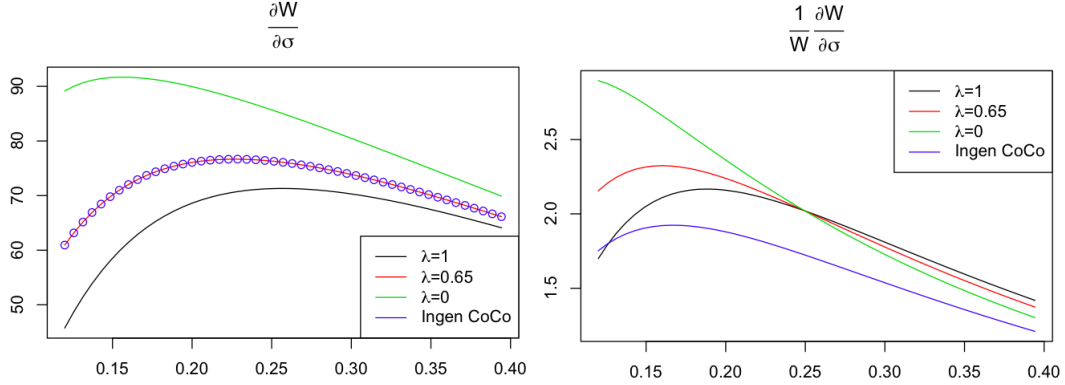
Figur 3.8: W , $\frac{dW}{d\sigma}$ og $\frac{W(\sigma_{\text{Ex-post}}) - W(0.15)}{W(0.15)}$. $A_t = 100$; (ex-ante) $\sigma = 0,15$; $c_b^* = 5,24$; $A_C = 70$; $c_c = 0,5$; $r = 0,05$; $\mu = 0,01$; $\theta = 0,35$ og $\alpha = 0,50$.

er, at ejerne generelt vil være tilbøjelige til – via asset substitution – at hæve volatiliteten efter udstedelse.

Forskellige banker vil have forskellige porteføljer, hvorfor deres volatilitet vil være forskellig. Denne situation betragtes nu. Alle andre parameter forbliver de samme.

Diagrammet til venstre ved figur 3.9 viser ex-post værdier af $\frac{dW}{d\sigma}$ ved forskellige initiale (ex-ante) værdier af volatiliteten, σ . Som det også fremgik af figur 3.8, så er sensitiviteten for værdien af egenkapitalen overfor σ højere des lavere λ er. Det kan bemærkes, at tilfældet, hvor $\lambda = 1$ (og $\lambda + \theta = 1$), der lægger grafen for versionen med CoCo-obligationer (rød graf, fuldoptrukken) præcis oven i versionen uden (blå graf, ringe).

Ved diagrammet til højre vises de samme grafer, hvor der blot er normeret med W , hvilket giver den procentvise ændring i værdien af egenkapitalen ved ændring af σ . Det ses, at graferne indeholdende CoCo-



Figur 3.9: $\frac{dW}{d\sigma}$ og $\frac{1}{W} \frac{dW}{d\sigma}$. $A_t = 100$, (ex-ante) $\sigma = \text{Initial } \sigma$ varierende, $c_b^* = 5,24$, $A_C = 70$; $c_c = 0,5$; $r = 0,05$; $\mu = 0,01$; $\theta = 0,35$ og $\alpha = 0,50$.

obligationer ligger over den uden. Dette indikerer – og forstærker konklusionen fra før – at tilstedeværelsen af CoCo-obligationer generelt vil få ejerne til at forsøge at hæve σ .

Asset substitution ved regelmæssige begrænsninger: *De Novo* og eksisterende

Her beskrives asset substitutionincitamentet under regelmæssige restriktioner givet ved (3.32), der beskriver, at

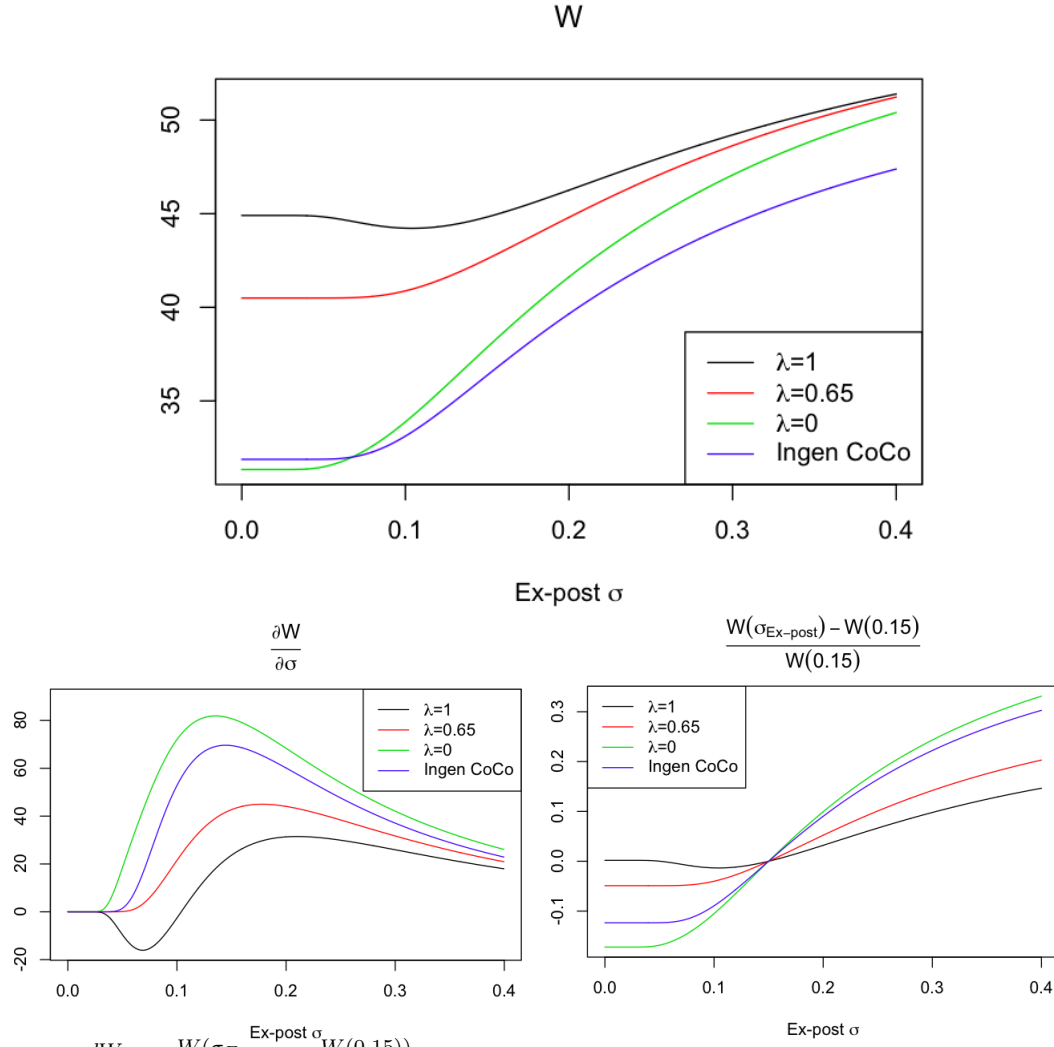
$$U^B(A_t, \bar{A}_B; \bar{c}_b, c_c) + U^C(A_t, \bar{A}_B; \bar{c}_b, c_c) = U^B(A_t, A_B^*; c_b^*, 0). \quad (3.116)$$

Øvelsen fra figur 3.8 gentages, og det ses af figur 3.10, at niveauet for graferne som tidligere har en invers sammenhæng med størrelsen af λ .

Til forskel fra tidligere, så er grafen for kapitalstrukturen uden CoCo-obligationer (blå graf), ved det lille diagram til venstre, højere end to af dem med CoCo-obligationer (sort og rød graf). Det betyder, at denne brug af CoCo-obligationer – på nær et enkelt tilfælde – systematisk reducerer incitamentet til at hæve volatiliteten ved asset substitution.

Det ses altså, at ejerne fortrækker en mere sikker portefølje, når CoCo-obligationer inkluderes under restriktionen (3.32). Det betyder, at de uden CoCo-obligationer har et højere incitament til asset substitution. Intuitionen er, at CoCo-obligationer introduceret som en obligations-swap, giver mindre obligationskapital i kapitalstrukturen, som reducerer incitamentet til asset substitution. Så lige på nær ekstreme tilfælde, hvor konverteringsforhold er absurd fordelagtigt for ejerne, vil brugen af CoCo-obligationer i nærværende kontekst lede til en mere sikker bank.

Når kapitalstrukturen er eksisterende, og CoCo-obligationer bliver indskiftet for obligationer, vil billedet være ækvivalent med ovenstående. Konklusionen er således fortsat, at introduktionen af CoCo-obligationer ved given restriktion sænker asset substitutionsincitamentet. Reduktionen vil dog være lavere end før, for som vi så i afsnit 3.6, vil der være problemer med overhængende gæld, som påvirker dette en anelse.



Figur 3.10: W , $\frac{dW}{d\sigma}$ og $\frac{W(\sigma_{\text{Ex-post}}) - W(0.15)}{W(0.15)}$. $A_t = 100$; (ex-ante) $\sigma = 0,15$; $c_b^* = 5,24$; $A_C = 70$; $c_c = 0,5$; $r = 0,05$; $\mu = 0,01$; $\theta = 0,35$ og $\alpha = 0,50$.

Kapitel 4

Case study: Credit Suisse

I dette kapitel vil modellerne blive valideret i et case study, hvor Credit Suisses offentligt udstedte CoCo-obligationer samt diverse effekter associeret med denne udstedelse behandles i modellerne Pennacchi og Albul-Jaffee-Tchistyi. I Albul-Jaffee-Tchistyi beskrives endvidere Lloyds' partielle indskiftning af CoCo-obligationer.

Valg af metode, altså case study, skyldes primært det begrænsede datagrundlag. Metodevalget er desuden begrundet i smooth pasting-betingelsens manglende opfyldelse, som sammen med unikt defineret trigger og forhold omkring konvertering besværliggør deduktion fra teori til praksis. Der eksisterer således ikke en model, som præcist beskriver Credit Suisses CoCo-obligationer, BCN. Derfor er der foretaget enkelte ændringer i Pennacchi-setuppet med det formål at anvende det tilgængelige datagrundlag hidrørende udsteder og det modtagende marked.

Som det fremgår at kapitel 1, besluttede de schweiziske myndigheder at forstærke deres bankssektor. Målet var og er at ruste sektoren til selv at kunne modstå yderligere turbulente perioder og derved beskytte skatteborgerne mod at skulle dække omkostninger på grund af fallit eller tab. I Schweiz' tiltag indgår også resolutionsplaner. I et vist omfang har samfundet – og dermed blandt andet skatteborgerne – nemlig interesse i at bistå sektoren, da den varetager systemisk vigtige funktioner. Gennemtænkte og veldefinerede resolutionsplaner, omtalt i afsnit 1.5, er således essentielle for optimering af samfundets nytte. Den schweiziske model for resolutionplaner har i øvrigt inspireret EU-myndighedernes arbejde med at definere og gennemføre tiltag på området inden for EU.

Mere konkret opdeler resolutionsplanen den enkelte SV-banks situation i fire stadier. I de første tre fungerer banken. I det sidste stadie likvideres eller sælges den [SIF (2010)].

Første stadie er *current operations*. Banken skal her holde mere kapital end, hvad der er internationalt påbudt. Dette kaldes *Swiss finish*.

Anden stadie er *crisis management*. Det er her, at CoCo-obligationerne kommer til at fungere som en reserve for banken. SV-banker skal have to slags reserver. Når banken indtræder i dette stadie, konverterer den første reserve af CoCo-obligationer til egenkapital. Banken er relativt upåvirket, men handler og reagerer selvfølgelig med henblik på at fjerne eller i det mindste reducere problemet. Bankens systemisk vigtige funktioner opretholdes uden yderligere støtte.

Tredje stadie er *reconstruction*. Her kommer den (nu) sidste reserve i spil. CoCo-obligationerne konverteres, og myndighederne træder til. Myndighedernes overtagelse fungerer som når Finansiell Stabilitet

herhjemme overtager en bank og afvikler dens *usunde* dele. De systemisk vigtige funktioner er stadig intakte – uden brug af skattemidler.

Bankens systemisk vigtige funktion er, at den via indskud kan yde kredit til kreditværdige virksomheder, der derved kan skabe vækst. Med det nye schweiziske system er funktionen beskyttet af en billedligt talt "redningsbåd" i form af en datterbank, som kommer i spil, når den sidste CoCo-obligationsgæld konverteres.

4.1 Test i model: Pennacchi

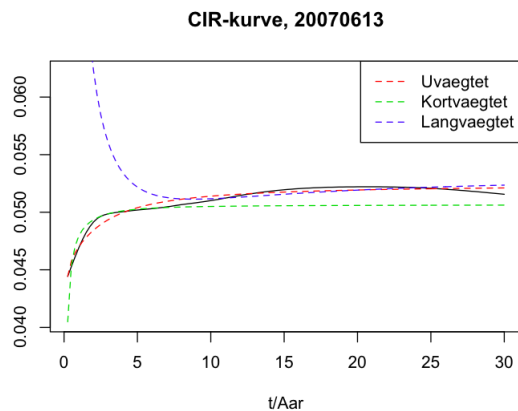
For at kunne anvende Pennacchi skal en række parametre kalibreres og estimeres. Hertil benyttes så meget viden fra udstedelsen samt udsteder som muligt. 17. februar 2011 udstedte Credit Suisse CoCo-obligationsgæld af en samlet værdi på USD 2 milliarder. Gælden udløber 24. februar 2041 og løbetiden er således 30 år. Det fremgår ligeledes, at CoCo-obligationerne er *call-able* ved pålydende værdi fra 24. august 2016 [Credit Suisse Annual Report (2010)] og [Whittaker (2010)]. Den sidste information avendes dog ikke, da det ligger udenfor modellens rammer at vurdere, om udstederen ønsker at *kalde* CoCo-obligationerne igen.

Parametreneværdierne i [Pennacchi (2010)] fungerer som retningslinje for valg af parametre til case studiet. Dog skal der kalibreres en ny rentekurve, da løbetiden nu er 30 år. Dette sker i næste afsnit.

Kalibrering af renteparameter

Til kalibreringen af parameterinput for rentesimulationen anvendes resultater fra afsnit 2.1 om den risikofri rentestruktur samt R's indbyggede optimeringsfunktion `optim`. Det er ikke videre relevant for opgaven, hvorledes kalibreringen er udført, og der henvises derfor til bilag D.1.

I figur 4.1 er tre CIR-kurver tilpasset en dansk NKO-rentestruktur fra 13. juni 2007 (`Date <- 650`). Figuren viser tydeligt, at den uvægtede estimering er pæneste, og de tilhørende parameter anvendes. De er givet ved $r_0 = 0,01036978$; $\bar{r} = 0,03343129$; $\kappa = 0,17909980$ og $\sigma_r = 0,34394305$.



Figur 4.1: CIR-rente tilpasning ved 13. juni 2007.

I næste afsnit beskrives håndteringen af de risikorelaterede parametre for spring og diffusionsprocessen samt valget af konverteringsforhold p .

Valg af simulationsparametre

Generelt har kreditvurderingsbureauerne været forbeholdne overfor CoCo-obligationerne. I skrivende stund har kun Fitch ratet Credit Suisses CoCo-obligationer. De er rated BBB+.

Af Fitchs hjemmeside fremgår det, at BBB+ svarer til en lavere middelkarakter (engelsk: *lower medium-grade*). Denne kategori befinder sig lige akkurat indenfor det område, der betegnes som investment-

grade, og kreditvurderingen beskrives som: låntageren har tilstrækkelig kapacitet til at opfylde sine økonomiske forpligtelser. Kategorien indebærer dog også, at negative økonomiske vilkår eller ændrede omstændigheder kan øge risikoen for, at låntager ikke kan opfylde sine økonomiske forpligtelser.

Umiddelbart bidrager denne beskrivelse ikke meget til valg af de risikorelaterede parametre λ , σ_y , μ_y og σ . Når ordvalg som *tilstrækkelig* og *højere grad af tilbøjelighed* skal oversættes til kvantitative størrelser er det forbundet med høj usikkerhed. Alternativt kunne omkringliggende kreditklasser sammenlignes for at forbedre guesimatet, men denne tilgang baserer sig på en subjektiv fortolkning og kvantificering af ordenes betydning. Herudover er historiske fallitrater til rådighed fra BBB+, men at kalibrere parametrene til denne størrelse er heller ikke helt korrekt, da modellen måler konverteringer og ikke fallitter.

Derfor er modellen testet på data ved at indarbejde kendte størrelser og simulere over forskellige kombinationer af springparametrene og konverteringsforholdet. Se tabel 4.1. I det omfang modellen tilnærmelsesvis er sand, er det dermed også muligt at undersøge, hvordan markedet vurderer produktet og situationen – hvor situationen er et udtryk for, hvordan de risikorelaterede størrelser er.

Af de kendte størrelser er for eksempel kuponen eller ydelsen, c – fra [Whittaker (2010)] og [Credit Suisse Annual Report (2010)] – sat til 7,875%.

Konverteringsforholdet, p , er også opgivet. Credit Suisses konvertering til $\max(\text{USD } 20, \text{CHF } 20, \bar{S})$, hvor $\bar{S}$ er et vægtet gennemsnit af aktiekursen dækkende perioden 30 dage forinden. Denne konverteringsparameter blev forsøgt indarbejdet i koden, men umuliggjorde kompilation med passende antal simulationer. Programmet blev simpelthen for tungt. Derfor er det vurderet, at konverteringsforholdet passer bedst til et en-til-en forhold. De forskellige testkombinationer fremgår af tabel 4.1.

I tilfælde hvor en given parameter ikke justeres, anvendes den oprindelige værdi fra [Pennacchi (2010)]. Altså, $\sigma_y = 0,02$; $\mu_y = -0,01$ og $p = 1$. Motivation for valget af intervaller for λ , σ_y og μ_y er som følger.

Første kombination, hvor springhyppigheden løber fra nul til tre

Tabel 4.1: Case study. Springparametreinput.

Kombination	Interval (λ)	$-(\sigma_y/\mu_y)$	Imiteret situation
λ, σ_y	(0, 3)	(0, 004; 0, 1)	Pennacchi
λ, μ_y	(0, 1)	(-0, 1; -0, 01)	Lavere springhyppighed, men større spring.

forventede årlige spring, og standardafvigelsen på springene er mellem en femtedel af og fem gange så stor som oprindelig værdi – altså 0,004 og 0,1 er en imiteret situation af den beskrevet i [Pennacchi (2010)].

Herudover kan mindre spring i aktivværdien tænkes at være fint forklaret ved en *ren* diffusionsproces, og reelle kriser modelleres som kraftigere spring, men med lavere frekvens. Det er simuleret ved anden kombination. Her bevæger springhyppigheden sig mellem nul og et forventet spring per år. Til gengæld er den gennemsnitlige springstørrelse mellem -0,01 og -0,1.

Med hensyn til diffusionsvolatilitetsparameteren, σ , antages at værdien, der forefindes i [Pennacchi (2010)], er anvendelig. Det er et studie i sig selv at afgøre den sande aktivvolatilitet for eksempel på baggrund af aktiekursvolatiliteten. Det ligger udenfor afhandlingens rammer at bestemme en mere nøjagtig værdi. Det samme er gældende for korrelationen, ρ , mellem de to brownske bevægelser, der knytter sig til henholdsvis rente- og K-t-I-simulationen. Argumentet er tilsvarende [Pennacchi (2010)], og det antages således, at substitutionseffekten dominerer. Dermed anvendes $\sigma = 0,02$ og $\rho = -0,2$.

Endelig er det nødvendigt at foretage nogle unikke justeringer for at kunne bruge Pennacchi. Disse

gennemgås i næste afsnit.

Nødvendige modelleringer for implementering

I stedet for at bruge $e = \frac{E}{D}$, anvendes Tier 1-kapitalforhold. Dette er gjort for at kunne implementere mest mulig viden fra udsteder – oplysninger er hentet fra [Credit Suisse Annual Report (2010)]. Dermed defineres her specielt, at indgående størrelser denomineres i RVA. Der benyttes andre symboler for ikke at skabe forvirring, således er

$$e \longrightarrow \Theta, \quad b \longrightarrow \Sigma \quad \text{og} \quad x \longrightarrow \Xi. \quad (4.1)$$

Her skal pilene ikke forstås som lighedstegn, men nærmere at Θ fungerer nogenlunde ækvivalent til e i den oprindelige model.

Credit Suisses initiale Tier 1-kapitalforhold er

$$\Theta_0 = \frac{\text{Tier 1-kapital anno 2010}}{\text{RVA}} = \frac{37.725}{218.702} = 17,2\%,$$

hvilket er i overensstemmelse med [Credit Suisse Annual Report (2010)] – se figur 4.2.

Herudover er b_0 , der i [Pennacchi (2010)] angav forholdet mellem CoCo-obligationer og indlån nu også ændret, så den er RVA-normeret. Altså,

$$\Sigma_0 = \frac{\text{Offentligt udstedte BCNs}}{\text{RVA}} = \frac{0,9\text{CHF/USD} \cdot 2.000}{218.702} = 0,8\%$$

Det betyder, at case studiet anvender en til dels observerbar størrelse, nemlig Θ – der er et udtryk for Tier 1-kapitalforholdet – når den ikke-observerbare trigger, Ξ , bestemmes. Der skal nu defineres et *target* niveau, som Credit Suisse søger at ramme, $\hat{\Xi}$. Denne findes i Credit Suisses årsrapport. Se tabel 4.2.

Tabel 4.2: Credit Suisses Tier 1-kapitalforholdsmål.

Kilde: [Credit Suisse Annual Report (2010)]

for / ultimo	Kommende mål	Nuværende mål	2010	2009	2008
BIS Tier 1-forhold (Basel II)	Overholde Schweiz' "Too Big To Fail"-program og Basel III	>12,5	17,2	16,3	13,3

Her anvendes det nuværende mål. Gentages case studiet, kan man benytte specifikke krav fra Basel III og det schweiziske "Too-Big-to-Fail"-program, i fald de er specifikt præciseret og implementeret. Iøvrigt er nuværende mål mere skærpet end kommende krav fra Basel III (se tabel 1.2).

$$\hat{\Xi} = \Theta_{\text{Target}} + 1 = 12,5\% + 1 = 1,125.$$

Startværdien for denne nye tilstandsvariabel, der kan kaldes Tier 1-triggeren, vil i dette case-study være givet ved

$$\Xi_0 = \Theta_0 + 1 + p \cdot \Sigma_0 = 17,2\% + 1 + 0,8\% = 1,180.$$

Og endelig vil initialværdien af den ikke-observerbare Tier 1-trigger være

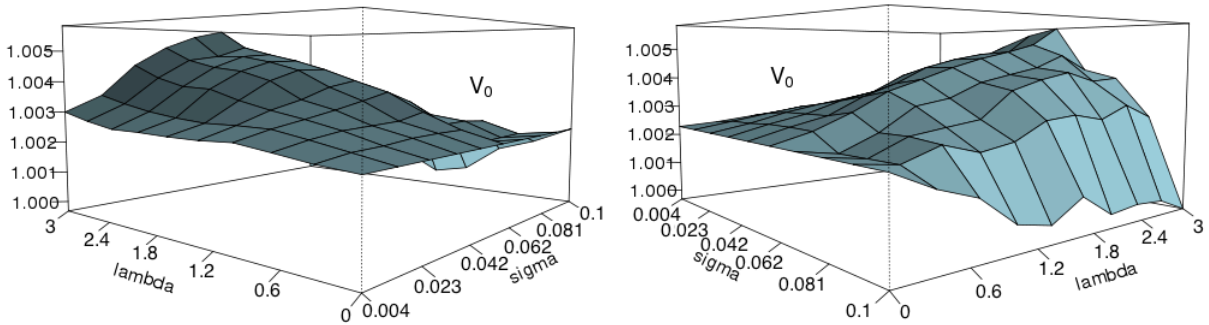
$$\bar{\Xi}_0 = \bar{\Theta} + 1 + p \cdot \Sigma_0 = 7\% + 1 + 0,8\% = 1,078.$$

Dermed er alle parametrene, der skal anvendes til case studiet fastlagt. I næste afsnit præsenteres resultaterne ved simulation over parametre i tabel 4.1.

Resultater

I dette afsnit præsenteres resultatet af testen af Pennacchi. I figur 4.2 ses værdien af betalingsstrømmen, V_0 , for første kombination med forskellige værdier af springhyppighed, λ , samt standardafvigelse for spring, σ_y . Figur 4.3 viser anden kombination med springhyppighed og springstørrelse, μ_y . Bemærk, at grafen er i tre dimensioner og derfor viser figurerne afbildninger fra forskellige vinkler.

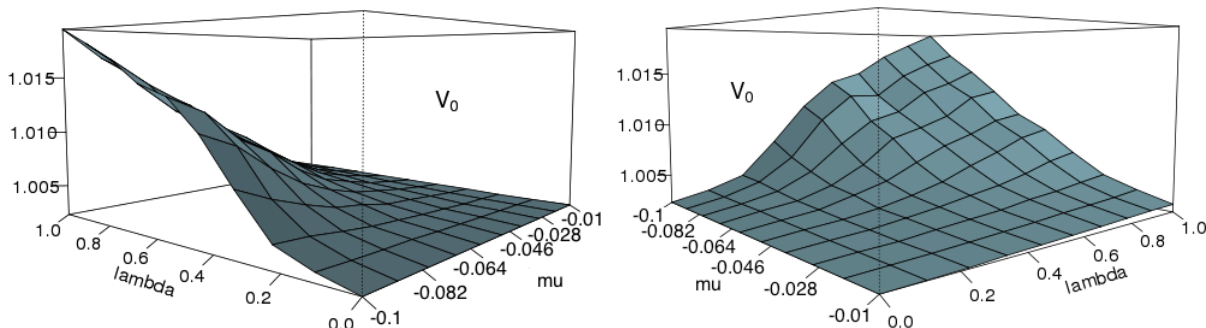
For næsten alle kombinationer har betalingsrækkerne en diskonteret værdi over en, $V_0 > 1$. Det vil sige, at CoCo-obligationen er mere værd end sin hovedstol, $B = 1$ ved udstedelse. Dette skulle umiddelbart antyde, at Credit Suisse har betalt for høj en kupon på tværs af de fleste variationer af markedsopfattelser.



Figur 4.2: Case study. λ/σ

I figur 4.2 ses det, at værdien af CoCo-obligationen har minimum ved $V_0 = 0,99992861$ for $(\lambda, \sigma_y) = (3; 0,1)$ og maksimum ved $V_0 = 1,005409$ for $(\lambda, \sigma_y) = (3; 0,0573)$.

I figur 4.3 ses det, at værdien af CoCo-obligationen har minimum ved $V_0 = 1,000434$ for $(\lambda, \mu_y) = (0; -0,01)$ og maksimum ved $V_0 = 1,019394$ for $(\lambda, \mu_y) = (1; -0,1)$.

Figur 4.3: Case study. λ/μ

For både figur 4.2 og 4.3 eksisterer de højeste CoCo-obligationers værdier sammen med maksimalværdien af springhyppighed. Som det også blev vist ved figur 2.3, er værdien ekstremt påvirket af den lange løbetid. Og selv med et mindre tab ved konvertering, dominerer effekten af en effektiv forkortelse af løbetiden og hæver værdien af CoCo-obligationen.

En meget høj standardafvigelse er dog ikke at foretrække. Det kan skyldes at for meget sandsynlighedsmasse bliver presset ud i halerne, hvor konvertering med store tab bliver mere frekvente. Det skyldes, at CoCo-obligationsejerne ikke deltager i gevinstpotentialet (engelsk: *upside potential*) før en eventuel konvertering, hvorfor de således ikke har gavn af den sandsynlighedsmasse, der også skubbes ud i *den anden* hale, hvor aktivværdien spring opad.

Når den gennemsnitlige springstørrelses sænkes (hæves i absolutte termer), stiger risikoen for konvertering med tab til følge. Og figur 4.3 virker misvisende i denne sammenhæng. Her ses det, at øget sandsynlighed for spring samt gennemsnitligt større spring nedad faktisk øger værdien af CoCo-obligationen. Forklaring er endnu engang, at en øget sandsynlighed for konvertering med tab som følge af et spring til en tabssituation, og altså ikke grundet konvertering med rabat, generelt øger sandsynligheden for konvertering, som forkorter løbetiden uden en signifikant sænkelse af den samlede ydelse til CoCo-obligationsholderen.

Øvelsen er gentaget med en lavere egenkapitalstrigger ($\Theta_{Lav} = 0,142$) for at simulere en situation, hvor markedet ikke tror på opretholdelse af det nuværende niveau. Resultatet fremgår af bilag D.2, men er ikke kvalitativt forskellige fra nærværende.

Såfremt modellen kan forklare virkeligheden fuldstændigt – altså at praksis er direkte deduktivt af teori – synes CoCo-obligationerne umiddelbart at være en dyr finansieringskilde for Credit Suisse.

En omstændighed, som måske kan forklare præmiespændet, er, at CoCo-obligationer er forholdsvis nye produkter. Derfor må investorerne tænkes at have ufuldkommen viden om CoCo-obligationernes reelle effekt. På den baggrund kan det give mening at modellere konverteringsforholdet som en slags *perceived conversion value* – altså ikke værdien som CoCo-obligationsholderen rent faktisk modtager ved konvertering, men nærmere den opfattede værdi i en kontekst præget af økonomisk krise, hvilket alt andet lige gør bankens aktier mindre attraktive. Hvis man på den måde kan argumentere for, at *det nye* konverteringsforhold er $p < 1$, falder CoCo-obligationsværdien. Det er højst tænkeligt, at markedet endnu er nervøst og ergo vil den første CoCo-obligationsgæld være forbundet med ekstra omkostninger (en præmie).

4.2 Udstedelser betragtet indenfor Albul-Jaffee-Tchistyi

Credit Suisses udstedelse

Credit Suisses udstedelse af CoCo-obligationer er som bekendt sket ovenpå den eksisterende gæld. I Albul-Jaffee-Tchistyi ændrer det ikke på kvaliteten af de eksisterende obligationer. Tabet ved konkurs er stadig det samme. Det betyder også, at idet Credit Suisse anses for at være en SV-bank, vil denne udstedelse blot give anledning til et større skattefradrag, men omkostningen for skatteyderne i fald af fallit er uændret.

Det må derfor vurderes, at det via FINMAs ekspertise er blevet konkluderet, at denne ekstra omkostning tjener til generelt sundere banksektor, og altså en mere stabil økonomi. Her skal der huskes på, at Schweiz blev ekstra hårdt ramt, da finanskrisen rullede, og den schweiziske økonomis stabilitet er ekstrem afhængig af banksektorens stabilitet, da bankerne – primært udgjort af UBS og Credit Suisse – udgør så store dele af økonomien. Se tabel E.1 i bilag E.2.

Dermed kan udstedelsen være svær at tolke i et kapitalstrukturoptimeringssetup, for som [Albul et. al (2010)] også lægger vægt på, er det netop regulatorers opgave at sætte ind med forordninger, der sikrer, at banken ikke underkapitaliserer sig i forhold til, hvad der er samfundsmæssigt optimalt. Det kan så diskuteres, om FINMA har skudt over målet.

I næste afsnit behandles Lloyds' udstedelse kort. Det sker også i Albul-Jaffee-Tchistyi.

Lloyds' udskiftning

Lloyds' udstedelse er sket som en ombytning af eksisterende obligationer til nye CoCo-obligationer. Lloyds er en britisk bank og dermed blandt andet underlagt EU-regulering. Ved udstedelsen blev i alt udskiftet EUR 7,5 milliarder (svarende til GBP 6,43 milliarder), hvilket udgør 1,58% af deres samlede RVA. Af Albul-Jaffee-Tchistyi afsnit 3.6 er det klart, at ejerne vil modsætte sig en udstedelse, der sker ved en udskiftning af nogle af de eksisterende obligationer. Også i det fald, at Lloyds skulle betragtes som en SV-bank – de figurerer på som G-SIFI bank – udsteder nyttemaksimerende ejere aldrig CoCo-obligationer, eftersom det fører til en værdioverførsel fra ejerne til obligationsholderne.

Man kunne være fristet til at konkludere, at modellen foreslået i [Albul et. al (2010)] er fejlagtig. Det er dog ikke sagen. For ejerne har højst sandsynlig maksimeret deres nytte – der er blot faktorer, som Albul-Jaffee-Tchistyi ikke direkte medtager.

Lloyds' fundament for udstedelsen af CoCo-obligationer var udover sådanne instrumenters primære effekt – at give luft ved trænge tider – at undgå obligatorisk deltagelse i det britiske sikkerhedsprogram Government Scheme Asset Protection (GAPS). Dette ville fordre en obligationsudstedelse til Her Majesty's (HM) Treasury på EUR 15,6 milliarder, der konverterer ved HM Treasurys ønske eller konverterer i fald Lloyds' aktier steg til et givent niveau [Beard (2009)]. Hertil kommer, at Lloyds' deltagelse i GAPS-programmet stiller dem i en mindre gunstig position netop før EU-kommissionen afgør, hvordan omstruktureringer af store finansielle institutioner, der er stærkt afhængige af statsstøtte, skal reguleres.

Med denne information kan resultatet rimeligvis siges at stemme overens med formodningerne fremsat i [Albul et. al (2010)]. Her er det nemlig klart, at bankerne må være tvunget til at udstede CoCo-obligationer ved partiel udskiftning, hvis det nogensinde skal ske. I Albul-Jaffee-Tchistyi kom denne

tvungne handling i kraft af et givent reglement, men man kunne snildt oversætte dette til eksterne faktorer eller andre forhold, der påvirker egenkapitalens suværenitet eller værdi. Og i dette tilfælde var det Lloyds' overbevisning, at ejerne var bedst tjent med at betale en ekstra præmie på CoCo-obligationer i sammenligning med at deltage i GAPS-programmet.

Kapitel 5

Diskussion

De to præsenterede modeller beskæftiger sig med en række temaer i relation til CoCo-obligationer. For det første betragtes påvirkningen af kapitalstrukturen og markedsmainpulationsincitamentet i Albul-Jaffee-Tchistyi. For det andet beskrives og simuleres kuponstrukturen i Pennacchi. Og for det tredje berører begge artikler problemstillinger vedrørende dels triggeren dels asset substitution.

Det er interessant at se på i hvilket omfang, der hersker konsensus modellerne imellem. Umiddelbart bør deres individuelle resultater stemme overens, i det omfang de hviler på de samme antagelser. Begge modeller har et klassisk spilteoretisk udgangspunkt med nyttemaksimerende agenter. Derfor skal de specifikke antagelser vedrørende CoCo-obligationsmodelleringen sammenlignes. I Albul-Jaffee-Tchistyi er triggeren udtrykt ved en præspecificeret aktivværdi, og i Pennacchi var triggeren givet ved et dynamisk niveau, der var udtrykt ved forholdet mellem værdien af aktiver.

Albul-Jaffee-Tchistyi fandt samme problem med markedsmainpulationsinefficiensen som Sundaresan-Wang beskrevet i bilag C.10. Men i Albul-Jaffee-Tchistyi skal triggeren først omdannes, så den kan aflæses af egenkapitalsværdien. Konklusionen er dog den samme. Det er værdioverførslen fra agent til agent, der afgør, hvorvidt der er manipulationsincitament eller ej. Gennemgangen viste dog, at der eksisterer en konverteringsparameter, der forhindrer værdioverførsel.

Dermed arbejder modellerne med nogenlunde samme forudsætninger. Triggeren i Pennacchi er en funktion af aktiv- og indlånsværdi, hvor Albul-Jaffee-Tchistyi alene anvender aktivværdien. Ved konvertering konverteres til aktier bestemt af en konverteringskoefficient, og triggeren er afgjort af aktivværdien.

Resultatet vedrørende asset substitutionsincitamentet divergerer dog. I Albul-Jaffee-Tchistyi ser vi, at incitamentet både er lavere og højere ved anvendelse af CoCo-obligationer, mens der ved Pennacchi altid er et lavere asset substitutionsincitament ved brug af CoCo-obligationer.

I Pennacchi antages udelukkende brug af enten obligationer eller CoCo-obligationer, mens banken i Albul-Jaffee-Tchistyi optimerer sin kapitalstruktur ved brug af begge fremmedkapitalsposter. Af de to resultater må det formodes, at Albul-Jaffee-Tchistyi er mest realistisk, da de pågældende banker rent faktisk har udstedt både CoCo-obligationer og obligationer.

Diskussionen om asset substitutionsincitamentets eksistens og omfang er imidlertid ikke den væsentligste – det er derimod kvaliteten af myndighedernes overvågning og kontrol. Da en banks kapital bliver målt i forhold til RVA, vil banken under forudsætning af effektiv kontrol blive påkrævet at holde mere kapital grundet mere risikable positioner. Og denne betragtning åbner op for den reelle diskussion –

nemlig hvor gennemskueligt markedet er.

Det kan diskuteres, om en anden definition af konverteringsparameteren (som foreslået i case studiet) vil give et mere retvisende billede, så længe CoCo-obligationsmarkedet endnu er nyt og præget af illikviditet. Umiddelbart er en oplagt udvidelse af Pennacchi at inkludere valutakursudvikling samt gennemsnitlig aktiekursværdi, hvilket gør korrekt implementering af Credit Suisses trigger mulig (i case studiet blev anvendt en approksimation). Dog kan det tænkes, at netop denne udvidelse ikke giver mest i forhold til modellering af CoCo-obligationer. I skrivende stund er CoCo-obligationsmarkedet præget af nervøsitet og usikkerhed, hvorfor en omdefinering af konverteringsparameteren bør afspejle dette. Som foreslået i case studiet kunne man anvende en konverteringsparameter kaldet *perceived value of conversion*.

Endelig vurderes det, at en indarbejdelse af call-ability funktion, som eksisterer for nogle CoCo-obligationer ikke bringer meget nyt til billedet. Det sikrer naturligvis udstederen (for eksempel Credit Suisse) mod unødigt dyr gæld, hvis lovgivning pludselig fordrer kontraktsspecifikke ændringer for at kapitalen er berettiget til at tælle med i en givent kapitalforhold. Her kan udstederen indløse CoCo-obligationerne og udstede nye med egenskaber, der tilfredsstiller myndighedernes krav.

I næste afsnit perspektiveres tidligere præsenterede ekspertsynspunkter i forhold til de gennemgåede modeller.

Forventninger til CoCo-obligationer i modelperspektivering

UBS begrundede deres tilbageholdenhed overfor at udstede CoCo-obligationer med, at det ikke var i aktionærernes interesse. Betragtes UBS som værende i en situation beskrevet ved Albul-Jaffee-Tchistyi i afsnit 3.5 under Eksisterende og inoptimalt gearret kapitalstruktur, er dette ikke korrekt sluttet. I afsnittet blev det netop beskrevet, at udbyttet og skattefordelen dominerer tabet ved udstedelse af CoCo-obligationer. Det er et faktum, at UBS figurerer på listen over 29 SV-banker (G-SIFI) [FSB (2011)]. Dette ændrer ikke på konklusionen vedrørende effekten af udstedelse. Det var fortsat en fordel for SV-bank at udstede CoCo-obligationer ovenpå den eksisterende obligationsgæld.

Dog giver de gennemgåede modeller ikke et komplet grundlag for at vurdere netop denne situation. Eftersom de schweiziske banker UBS og Credit Suisse er blevet pålagt at hæve deres relative kapital-niveauer, er en umiddelbar løsning at udstede egenkapital eller afvikle fremmedkapital. Samfundet er ikke interesseret i det sidste, og en bank – i det omfang det er muligt – modsætter sig udstedelse af egenkapital jævnfør *pecking order theory* [Myers et al. (1984)]. Dermed har de to banker fået muligheden for at benytte CoCo-obligationer, og det lader til at være et spørgsmål om tid, før UBS også har udstedt sådanne. Vælger bankerne i stedet at møde kapitalkravene ved egenkapitalsforøgelse, vil det alt andet lige påvirke RoE negativt – hvilket aldrig kan være i aktionærernes interesse. UBS' holdning synes at være præget af konservatisme. Markedet for CoCo-obligationer er nyt, og sikkerhederne bliver mestendels udstedt ved *private offerings* – det tænkes, at UBS måske ikke har fundet en modpart til at overtage den mængde, de vil udstede.

Credit Suisse er også klassificeret som G-SIFI. Deres udstedelse er sket ovenpå obligationsgælden, og som beskrevet i Albul-Jaffee-Tchistyi bør dette gavne ejerne. Dog skal det tilføjes, at denne udvidelse af kapitalstrukturen ikke sænker fallitomkostningen. Det påbudte øgede kapitalforhold øger således de sociale omkostninger, når det tilfredsstilles med CoCo-obligationer. Situationen kan virke prekær – hvorfor skulle den schweiziske stat med hjælp fra FINMA iværksætte et kapitalmæssigt oprustningsprogram, der øger den samme stats sociale omkostninger? Forklaringen kan ligge i, at de to bankers kombinerede

aktiver udgør en stor del af landets økonomi. I 2007 svarede aktiverne til ni gange Schweiz' BNP – i slutningen af 2008 var det faldet til otte [SNB (2009)]. Schweiz' økonomi er således umådelig sårbar overfor kriser i de to store banker, og en fallit i enten Credit Suisse eller UBS vil udløse stor risiko for at trække hele økonomien ned. Derfor er problemstillingen igen øget stabilitet kontra lavere vækst. FINMA og Schweiz har tilsyneladende opprioriteret finansiell stabilitet – og det er ikke muligt at vurdere, om de har skudt over målet. Men idéen er, at CoCo-obligationerne fungerer som et signalhorn, der øger myndighedernes bevågenhed om nødvendigt.

Andy Haldanes begejstring for CoCo-obligationer og idéer til deres anvendelsespotentialer virker i en modelperspektivering korrekt under visse forudsætninger. Bonusordninger med CoCo-obligationer bør ifølge Haldane disciplinere bankens medarbejdere. Hans ræsonnement er angiveligt, at når medarbejderne er CoCo-obligationsejere, vil de – nu i egen interesse – operere mere sikkert. Det forudsætter dog, at CoCo-obligationerne ikke giver anledning til asset substitution eller markedsmanipulation. I afsnit 3.8 klargjordes det, at er konverteringsparameteren tilstrækkelig lav, $\lambda \leq \lambda^*$, vil CoCo-obligationsholderne (og her medarbejderne) ikke have incitament til at manipulere kursen ned. Dette blev også berørt i Sundaresan-Wang.

Generelt kan man forestille sig, at CoCo-obligationer, der udstedes som bonus, ikke er underlagt perfekte markedsforhold, hvorfor de kan udstedes med en lavere kuponrente og konverteringsforhold. Nordeas Head of Compensation and Benefits (Group Human Resources), Steen Christensen, beskriver i interview (se transkription i bilag E.1), at Nordea allerede anvender en form for syntetiske CoCo-obligationer med konverteringsparameteren $\{\lambda, p\} = 0$ i deres bonusprogram. I denne sammenhæng er triggeren bestemt af bankens resultat, idet et regnskabsunderskud betyder, at banken trækker på bonusreserven. Og da konverteringsparameteren er minimal, er asset substitutionsincitamentet tilsvarende – i Pennacchi sås det netop, at incitamentet var stigende for faldende p , men eftersom topchefen nu er CoCo-obligationsholder falder vedkommendes incitament til at satse på risikable projekter.

Flannery og Perotti postulerede, at CoCo-obligationer virker præventivt overfor risiko. I Pennacchi blev det kortlagt, at dette ikke er entydigt sandt. Kan banken vælge præcis, hvilken slags risiko den justerer, og konverteres CoCo-obligationer med rabat, vil asset substitutionsincitamentet være højere ved brug af CoCo-obligationer, når diffusionsvolatiliteten hæves. Dette resultat er konsistent med flere af setups i Albul-Jaffee-Tchisti. Det er dog rigtigt, at for de springrelaterede parametre er asset substitutionsincitamentet lavere ved anvendelse af CoCo-obligationer.

Det samme gælder ved [Allen et al. (2011)]. Det er konstateret, at banker under bestemte forhold for udstedelsen og for selve kontraktspecifikationen kan sænke asset substitutionsincitamentet; igen er det modsatte tilfælde også en mulighed.

CoCo-obligationer kan i følge [Squam Lake Report (2010)] være med til at opbygge et finansielt system, der er bedre rustet overfor fallit blandt banker. Rapporten påpeger problemer med manipulationsincitamenter, som foreslås løst med en dobbelttrigger. Som ved de andre eksempler, afhænger første del af løsningen fuldstændig af implementeringsformen. Sker CoCo-obligationsudstedelsen ikke under bestemte forhold, er det vist i modellerne, at det skal være påkrævet. I modsat fald har bankerne intet incitament. [Squam Lake Report (2010)] og [ICB (2011)] var uenige om nødvendigheden af harmoniserede krav. ICB giver udtryk for, at systemet har gavn af en sikrere bank uanset hvad. Mens dette måske er korrekt, forstærkes samtidig vigtigheden af regulatorernes funktion, for stiller de urimelige kapitalkrav, kan bankerne ikke konkurrere med udenlandske banker, der er underlagt lavere kapitalkrav. Husk, at vi tidligere beskrev, at MM ikke holder 100%. Og det er muligvis derfor, at man i

[Squam Lake Report (2010)] kan læse, at CoCo-obligationer er billigere for skatteborgerne – som vist i Albul-Jaffee-Tchistyi er dette sandt under visse forudsætninger, og når MM ikke holder, er det ligeledes sandt, hvis alternativet er egenkapitalsudstedelse.

Professor Goodhart udtrykker i [Goodhart (2010)] en velbegrundet bekymring for triggerens anvendelighed, da den er en uobserverbar størrelse. Begge modeller forklarer triggervalget og benytter en aktivsafhængig trigger, altså en uobserverbar størrelse. Contangoproblemet påpeges også, men kan ikke undersøges i nærværende modeller. Det er et studie for sig at udvikle en model, der beskriver postkonverteringsreaktioner i markedet.

Men spørgsmålet leder til et andet og måske endda vigtigere spørgsmål: Hvem er køberen? Og her mener han, at markedet for CoCo-obligationer er ikke-eksisterende, hvorfor sikkerhederne er illikvide. Set i lyset af den 11 gange store overefterspørgsel, der var på Credit Suisses udstedelse, fristes man til at være uenig. Det skal dog ikke afvises, at endnu mere (måske fra UBS) CoCo-obligationsgæld ville være udstedt, hvis markedet havde den rette størrelse.

Credit Suisse, der er en sund bank og som klarede sig gennem finanskrisen, kan tænkes at være en yderst attraktiv udsteder, hvorfor efterspørgslen var uforholdsmæssig høj. Iøvrigt antydede case studiet også, at Credit Suisse har betalt en ekstra præmie. Denne kan sagtens tænkes at være udtryk for usikkerheden omkring det nye produkt. Men det vurderes, at hvis produktet bliver et fast element i mange økonomiske oprustningsplaner, kommer markedet for CoCo-obligationer af den vej.

Spørgsmålet om, hvem køberen er, viser sig at være næsten lige så relevant, som hvem udstederen er. For hvad gør man, hvis en SV-bank køber CoCo-obligationer? Da kan det frygtes, at systemiske kriser bliver mere udtalt. Det er derfor spændende at se, om der også kommer regler for, hvem der må holde CoCo-obligationer – i bekræftende fald vil dette indsnævre markedet yderligere. Og hvis det er sandt, som beskrives i [Goodhart (2011)], at CoCo-obligationer måske kan håndtere en enkelt fallit, men ikke redde det finansielle system som helhed, vil håndtering af en enkelt fallit måske blive ændret til udløsning af multiple falitter.

Af de forskellige kommissioners rapporter fremgår det, at CoCo-obligationer ikke alene er nok til at sikre finansiell stabilitet. De kan således indgå i en større og bredere løsning, der omfatter hele sektoren og altså ikke bare den enkelte bank. Hentydningen i [Goodhart (2011)] om, at "waterproofing individual compartments did not save the Titanic from sinking either" har regulatorerne taget til sig. G-20 har således listet 29 G-SIFI'er (SV-banker) og dermed har de i overført betydning forstærket og overvåger nu tæt de ydre lag af skibet.

Kapitel 6

Konklusion

Pennacchi dannede i en strukturel kreditrisikomodel rammer for værdifastsættelsen af CoCo-obligationer samt egenkapital. Pennacchi nærmede sig realistiske forhold ved at lade pludselige spring i aktivværdien forekomme, hvilket især er relevant i en kontekst med CoCo-obligationer og økonomisk krise, hvor diskrete fald er mere reglen end undtagelsen. Motivationen for at se på CoCo-obligationer var netop, at de er foreslået som instrumenter, der kan afhjælpe økonomiske problemer og beskytte skatteborgerne under en krise – derfor er forståelsen af springrisikoens tilstedeværelse vital for en virkelighedsdannende formodning.

Og det viste sig også, at store pludselige tab i en banks aktivværdi har en decideret kvalitativ forskellig effekt på det kreditspænd, CoCo-obligationerne giver anledning til. Uden muligheden – eller rettere – risikoen for spring fandt man, at standard CoCo-obligationer, der konverterer til pålydende, er risikofrie og *de facto* forenelige med et kreditspænd på eller under nul – grundet muligheden for forkortet løbetid.

Det sås, at kreditspændet for nyligt udstedte CoCo-obligationer var højere, des lavere K-t-I forholdet var ved udstedelsen. Spændet blev større af ugunstige forhold for CoCo-obligationsholderen ved konverteringen. Altså, $p < 1$. En sådan konverteringsparameter er i alle tilfælde lig en ekstra kompensation af CoCo-obligationsinvestor (ved højere kreditspænd), da konverteringen sker med tab for hans part.

Ved at indføre dobbelttrigger var det hensigten at skabe en hybrid mellem en normal obligation og en CoCo-obligation, og den resulterende kuponstruktur vil da også falde mellem obligationer og CoCo-obligationer med, ellers, ækvivalente parameter.

Det blev også klart, at en bank, som udsteder CoCo-obligationer, står overfor et incitament til at begå moral hazard ved at øge risici i forbindelse med springprocessen for dens aktiver. Men sagen var den, at ejerne også har et incitament, når der blot blev udstedt obligationer. Vigtigere er det, at værdioverførslen fra fremmekapitalejere til egenkapitalsejere er lavere ved brug af CoCo-obligationer. Således kan det sluttes, at vælger bankerne CoCo-obligationer fremfor obligationer, falder deres asset substitutionsincitament. CoCo-obligationerne bliver især effektive, når triggeren sættes højt, hvor incitamentet er aftagende. Det skyldes som nævnt, at med en højere egenkapitalstrigger er et spring nedad, der leder til konvertering med tab, mindre sandsynligt.

Alt i alt gav Pennacchi udtryk for, at CoCo-obligationer er en realistisk og billig måde at afbøde

finansiell uro på. Dette er især sandt, når triggeren er sat til et relativt højt niveau af den oprindelige egenkapital. Og i forhold til andre fremmedkapitalsposter, er risikoviligheden lavere ved benyttelse af CoCo-obligationer. I et Pennacchi-perspektiv synes det således yderst relevant at overveje anvendelsen af CoCo-obligationer som del af en reform-pakke, der skal stabilisere det finansielle system.

I Albul-Jaffee-Tchistyi blev CoCo-obligationerne perspektiveret i kapitalstruktureringsrammer. Modellen kan ikke som Pennacchi simulere pludselige spring i aktivværdien, men resultaterne er vigtige, da de beskriver alle former for incitamenter i givne situationer.

Via Albul-Jaffee-Tchistyi blev det klart, at hvis myndighederne og regulatorerne ønsker, at CoCo-obligationer konverterer før fallit (Betingelse 1), hvilket er CoCo-obligationens unikke egenskab, da kan det være, at der skal lovgives om fastsættelsen af kuponbetalingen på obligations- og CoCo-obligationsgælden, henholdsvis c_b og c_c , samt konverteringsparameteren, λ , der afgør, hvor meget CoCo-obligationerne får ved konvertering.

Det blev ligeledes klart, at når myndighederne lader banker udstede CoCo-obligationer ovenpå den optimale mængde obligationer, skaber det ekstra sociale omkostninger, uden at kvaliteten af bankernes gæld forbedres. Men hvis de i stedet lader ugearede banker erstatte en del af deres obligationer med CoCo-obligationer i en ny, gearret kapitalstruktur, giver det fordele uden at skabe ekstra sociale omkostninger. Den samlede værdi af banken stiger, og fallitomkostningen falder. Værdien af gælden er (grundet restriktion) den samme, hvorfor der ikke skabes ekstra sociale omkostninger ved skattefradrag. Og det kan sluttes, at myndighedernes udfordring er at sætte den rette restriktion, der netop gør, at bankerne har incitament til at udstede CoCo-obligationer.

Som det også blev diskuteret i case studiet, fandt man i Albul-Jaffee-Tchistyi, at SV-banker ikke udsteder CoCo-obligationer ved restriktion – hvis de gør det, mister de noget af deres skattesubsidie fra staten.

Så blev det vist, at der sikres én ligevægtskurs, hvilket sker når $\lambda = 1 - \theta$ og $1 - \theta < \lambda^*$ – her har ingen agenter incitament til manipulation.

Og endelig blev der med hensyn til asset substitutionsincitamentet vist, at CoCo-obligationer som del af et aktie-swap, hvor obligationsmængden holdes uændret, kan forøge effekten af asset substitutionsineffektivitet – det vil sige, der vil foreligge et asset substitutionsincitament for ejerne. Men det blev også vist, at udstedelse af CoCo-obligationer ved udskifting af obligationer omvendt kan lede til en reduktion af asset substitutionsincitamentet.

Hvorvidt anvendelsen af CoCo-obligationer opfylder formålet om øget stabilitet, er et overordnet makroøkonomisk spørgsmål. Det er umuligt at forudsige præcis, hvad de korrekte aktioner fra myndighedernes side er. Når alt kommer til alt, handler det, om at der er tiltro til det finansielle system. Makroøkonomen Antonio Fatas fra INSEAD skrev i et blogindlæg om EU's forsøg på at injekttere tillid til den spanske og italienske økonomi: "But how do you build a capital buffer for banks that convinces markets? By being pessimistic and consider scenarios where things really go wrong." [Fatas (2010)]. Nogle mener, at kapitalkravene er for strenge. Direktøren for IIF, Philip Suttle, udtrykker, at "If you bash banks – and it's very politically successful to do so – I think you weaken the economy significantly at a time [...] when things are already fragile. That sends you into, potentially, a very vicious circle." [BloombergTV (2011)]. Dog lader strategien beskrevet af Fatas til at være den skjulte agenda fra myndighedernes side. Og generelt kan skærpede kapitalkrav kombineret med brug af hybridkapital som CoCo-obligationer måske

være det, der skal til for at få styr på økonomien og genskabe tilliden. Fravær af tillid er associeret med langt højere omkostninger end et ekstra skattesubsidie eller en (for) høj præmie på CoCo-obligationer.

Ikke uventet hersker der således uenighed, om hvor hårdt man skal sætte ind. Og det eneste man med sikkerhed kan konkludere er, at kun tiden vil vise, hvad der var rigtigt.

Litteratur

- [Acharya et al. (2009)] Viral Acharya, Thomas Cooley, Matthew Richardson, and Ingo Walter. *Real Time Solutions for Financial Reform, An NYU Stern Working Group on Financial Reform..* Arbejdspapir. NYU Stern, 2009.
- [Admati (2010)] Anat Admati og Paul Pfleiderer. *Increased-Liability Equity: A Proposal to Improve Capital Regulation of Large Financial Institutions.* Arbejdspapir. Stanford University, 2010.
- [Adrian and Shin (2010)] T. Adrian og H.S. Shin. *Liquidity and Leverage.* Journal of Financial Intermediation 20, 2010.
- [Albul et. al (2010)] Boris Albul, Dwight M. Jaffee og Alexei Tchisty. *Contingent Convertible Bonds and Capital Structure Decisions.* Haas School of Business, University of California at Berkeley, 25. april 2010.
- [Allen et al. (2011)] Franklin Allen, Thorsten Beck, Elena Carletti, Philip Lane, Dirk Schoenmaker og Wolf Wagner. *Cross-border banking in Europe: Implications for financial stability and macroeconomic policies.* VoxEU.org, 20. juni 2011.
- [Alloway (2009a)] Tracy Alloway. *Will rate CoCo bonds for food.* Artikel. ft.com/alphaville, 9. november 2009.
- [Alloway (2009b)] Tracy Alloway. *Cuckoo for CoCos.* Artikel. ft.com/alphaville, 11. november 2009.
- [Alloway (2009c)] Tracy Alloway. *The CoCo indexing conundrum.* Artikel. ft.com/alphaville, 12. november 2009.
- [Alloway (2009d)] Tracy Alloway. *A CoCo Cashbox.* Artikel. ft.com/alphaville, 12. november 2009.
- [Alloway (2009e)] Tracy Alloway. *CoComplications.* Artikel. ft.com/alphaville, 18. november 2009.
- [Alloway (2010a)] Tracy Alloway. *I should not have CoCo-ed?.* Artikel. ft.com/alphaville, 10. november 2010.
- [Alloway (2010b)] Tracy Alloway. *Every 1% increase in bank capital = 0.19% lost in GDP, BIS says.* Artikel. ft.com/alphaville, 18. august 2010.
- [Alloway (2010c)] Tracy Alloway. *Flipping the capital structure // erutcurts latipac eht gnippilF.* Artikel. ft.com/alphaville, 20. august 2010.

- [Alloway (2010d)] Tracy Alloway. *The IBC's six degrees of (banking) separation*. Artikel. ft.com/alphaville, 24. september 2010.
- [Alloway (2010e)] Tracy Alloway. *Flipping the capital structure // erutcurts latipac eht gnippilF*. Artikel. ft.com/alphaville, 20. august 2010.
- [Alloway (2010-f)] Tracy Alloway. *That's a big bowl of (Swiss bank) CoCos*. Artikel. ft.com/alphaville, 4. oktober 2010.
- [Alloway (2010g)] Tracy Alloway. *CoCos can cost – your bonus*. Artikel. ft.com/alphaville, 8. oktober 2010.
- [Alloway (2010h)] Tracy Alloway. *BarCap's CoCo comeback*. Artikel. ft.com/alphaville, 15. oktober 2010.
- [Alloway (2010i)] Tracy Alloway. *European bank bail-ins will cost +87 basis points*. Artikel. ft.com/alphaville, 25. oktober 2010.
- [Alloway (2010j)] Tracy Alloway. *CoCos can cost – your bonus*. Artikel. ft.com/alphaville, 8. oktober 2010.
- [Alloway (2010k)] Tracy Alloway. *CoCos can cost – your bonus*. Artikel. ft.com/alphaville, 8. oktober 2010.
- [Alloway (2011a)] Tracy Alloway. *Credit Suisse's \$6.2bn Swiss finish*. Artikel. ft.com/alphaville, 14. februar 2011.
- [Alloway (2011b)] Tracy Alloway. *The CoCo cap – a mere EUR 150bn?*. Artikel. ft.com/alphaville, 20. juli 2011.
- [Bart (2011)] Katharina Bart. *UBS's Struggle for a Lighter Regulatory Touch*. The Wall Street Journal, 26. maj 2011.
- [Beard (2009)] Robert Beard. *Lloyds's CoCo Bond Exchange Offer is Massively Oversubscribed*. Artikel. The Conglomerate, 1. december 2009.
- [Berg et al. (2010)] Jesper Berg, Lars Jul Overby og Jes Winther Hansen. *The unintended consequences of the peace – A view from between the trenches on upcoming financial regulation*. Præsentationspapir. Nykredit, 18. december 2010.
- [BIS (2009)] David Bishop, Ethan Zuofei Liu, Patrick Murray og Téa Solomon. *Contingent Convertible Bonds: Comments on the December 2009 Consultative Document – Strengthening the Resilience of the Banking Sector*. bis.org, december 2010.
- [BIS (2010)] *Group of Central Bank Governors and Heads of Supervision reinforces Basel Committee reform package*. bis.org, 11. januar 2010.
- [BloombergTV (2011)] Owen Thomas interviewer Philip Suttle (direktør for IIF). *Banking Rules, Regulation, ICB Report, IIF Report*. bloomberg.com/video/75134018, 12. september 2011.

- [Black et al. (1976)] Fischer Black og John C. Cox,. *Valuing Corporate Securities: Some Effects of Bond Indenture Provisions*. The Journal of Finance 31, 351–367, 1976.
- [Bond et al. (2010)] Philip Bond, Itay Goldstein og Edward Prescott. *Market-Based Corrective Actions*. Review of Financial Studies 23, 781–820, 2010.
- [Bossone (2010)] Biagio Bossone. *Banks and capital markets: A two-way nexus*. VoxEU.org, 18. December 2010.
- [Boyle (1977)] P. Boyle. *Options: A monte carlo approach*. Journal of Financial Economics 4, 323–328. 1977.
- [Brekke et al. (1991)] K. A. Brekke og B. Øksendal. *The high contact principle as a sufficiency condition for optimal stopping i Stochastic Models and Option Values: Applications to Resources, Environment and Investment Problems* af D. Lund og B. Øksendal. North-Holland, 1991.
- [Brogger et al. (2011)] Tasnem Brogger og Adam Ewing. *Danish Central Bank Opens Door to CoCos* Bloomberg, 21. juni 2011.
- [Brunnermeier et al. (2009)] Markus Brünnermeier (Princeton University and CEPR), Andrew Crocket (JPMorgan Chase), Charles Goodhart (London School of Economics), Avinash D. Persaud (bestyrelsesformand for Intelligence Capital Limited) og Hyun Shin (Princeton University and CEPR). *The Fundamental Principles of Financial Regulation*. Centre for Economic Policy Research (CEPR), 2009.
- [Brunsden et al. (2011)] Jim Brunsden og Adam Ewing. *Basel Committee May Let Banks Use CoCos in Capital Surcharge* Bloomberg, 4. maj 2011.
- [Columba (2009-I)] Francesco Columba, Wanda Cornacchia og Carmelo Salleo. *Financial sector developments and pro-cyclicality – part I*. VoxEU.org, 30. juni 2009.
- [Columba (2009-II)] Francesco Columba, Wanda Cornacchia og Carmelo Salleo. *A few proposals to mitigate financial sector pro-cyclicality – part II*. VoxEU.org, 1. juli 2009.
- [Cont et al. (2000)] Rama Cont og Peter Tankov. *Financial Modelling With Jump Processes*. Chapman & Hall/CRC Financial Mathematics Series. ISBN: 1-58488-413-4, 2000.
- [Cotterill (2009)] Joseph Cotterill. *Basel gives good CoCo*. Artikel. ft.com/alphaville, 19. august 2010.
- [Cox et al. (1980)] J. Cox, J. Ingersoll og S. A. Ross. *An Analysis of Variable Rate Loan Contracts*. The Journal of Finance 35, 389–403, 1980.
- [Cox et al. (1985)] J. Cox, J. Ingersoll og S. A. Ross. *A theory of the term structure of interest rates*. Econometrica 53, 385–408, 1985.
- [Credit Suisse (2010)] Credit Suisse. *Multi-Level Solution Concept for Systemic Risks in the Financial Sector ("Too Big to Fail")*. Public Policy. Credit Suisse, 2010.

- [Credit Suisse Annual Report (2010)] Credit Suisse. *Annual Report 2010*. Årsopgørelse. Credit Suisse, 2010.
- [Danthine (2010)] Jean-Pierre Danthine. *Money Markets and Monetary Policy in and after the crisis*. Præsentationspapirer. Swiss National Bank, 28. oktober 2010.
- [Dodd-Frank (2010)] *Dodd-Frank Wall Street Reform and Consumer Protection Act*. Lov. One Hundred Eleventh Congress of the United States of America, 2010.
- [Doherty et al. (1997)] N. Doherty og S. Harrington. *Managing Corporate Risk with Reverse Convertible Debt*. Arbejdspapir. Wharton, 1997.
- [Duffie (2001)] Darrell Duffie. *Dynamic Asset Pricing Theory. Third edition*. Princeton University Press, 2001.
- [Duffie (2009)] Darrell Duffie. *Contractual Methods for Out-of-Court Restructuring of Systemically Important Financial Institutions*. Graduate School of Business, Stanford University, 2009.
- [Duan (1999)] J. C. Duan og J. G. Simonato. *Estimating and testing exponential-affine term structure models by kalman filter*. Papir. Review of Quantitative Finance and Accounting, 1999.
- [Dwyer (2010)] Gerald P. Dwyer. *The Financial System after the Crisis: Policy Fallout*. Notes From The Vault. Center for Financial Innovation and Stability, juli 2010.
- [FASB (2005)] FASB Emerging Issues Task Force. *Accounting for the Conversion of an Instrument That Becomes Convertible upon the Issuer's Exercise of a Call Option*. EITF Issue No. 05-1, 1. september 2005.
- [Fatas (2010)] Antonio Fatas. *Being pessimistic to build optimism*. Artikel. fatasmihov.blogspot.com, 28. oktober 2011.
- [Flannery (2002)] M. J. Flannery. *No Pain, No Gain? Effecting Market Discipline via "Reverse Convertible Debentures"*. University of Florida, november 2010.
- [Flannery (2009a)] M. J. Flannery. *Market value trigger will work for contingent capital instruments*. University of Florida. Arbejdspapir, 2009.
- [Flannery (2009b)] M. J. Flannery. *Stabilizing large financial institutions with contingent capital certificates*. University of Florida. Arbejdspapir, 2009.
- [Flannery (2010a)] M. J. Flannery. *Keeping Capital Adequate*. Præsentationspapirer. University of Florida, 13. december 2010.
- [Flannery (2010b)] M. J. Flannery. *What to Do about TBTF*. University of Florida, 12. maj 2010.
- [Flannery et al. (2011)] M. J. Flannery og Enrico Perotti. *CoCo design as a risk preventive tool*. VOX, 9. februar 2011.

- [Freixas et al. (1999)] Xavier Freixas og Jean-Charles Rochet. *Microeconomics of Banking*. MIT Press, 1999.
- [FSB (2011)] Financial Stability Board. *Policy Measures to Address Systemically Important Financial Institutions*. Notat. Financial Stability Board, 4. november 2011.
- [Garbade (2001)] Kenneth D. Garbade. *Pricing Corporate Securities as Contingent Claims*. The MIT Press. Cambridge, Massachusetts, 2001.
- [Goodhart (2010)] Charles A.E. Goodhart. *Are CoCos from Cloud Cuckoo Land?*. VoxEU.org. London School Of Economics, 10. juni 2010.
- [Goodhart (2011)] Charles A.E. Goodhart og Avinash Persaud. *Not far enough: Recommendations of the UK's Independent Commission on Banking*. VoxEU.org, 13. maj 2011.
- [Haddon (2011)] Michael Haddon. *AT A GLANCE: National Reactions To EU Bank Recapitalization Plan*. Artikel. Dow Jones Newswires, 27. oktober 2011.
- [Hart et al. (2010)] Oliver Hart og Luigi Zingales. *How to make a bank raise equity*. Artikel. Financial Times, 7. februar 2010.
- [Hillion et al. (2001)] Pierre Hillion og Theo Vermaelen. *Death Spiral Convertibles*. Arbejdspapir. INSEAD, 2001.
- [ICB (2011)] ICB. *Final Report Recommendations*. Independent Commission on Banking, september 2011.
- [IIF (2011)] Institute of International Finance. *The Cumulative Impact on the Global Economy of Changes in the Financial Regulatory Framework*. IIF, 2011.
- [InvestorWords (2011)] InvestorWords. *CoCo Bonds*. investorwords.com, 2011.
- [Jenkins et al. (2011)] Patrick Jenkins, Brooke Masters og Alex Barker. *EU banks could shrink to hit capital rules*. Artikel. ft.com, 12. oktober 2011.
- [Kashyap et. al (2008)] Anil K. Kashyap, Raghuram Rajan og Jeremy Stein. *Rethinking Capital Regulation*. Federal Reserve Bank of Kansas City Symposium, 2008.
- [Kaminska (2009)] Izabella Kaminska. *Guess the balance sheet*. Artikel. ft.com/alphaville, 12. november 2009.
- [Lando (2004)] David Lando. *Credit Risk Modeling*. Princeton University Press, 2004.
- [Lawler (2006)] Gregory F. Lawler. *Introduction to Stochastic Processes. Second edition*. Chapman & Hall/CRC, 2006.
- [Leijonhufvud (2010)] Leijonhufvud, Axel. *A Modest Proposal*, VoxEU.org, 23. januar 2010.
- [Leland (1994)] H. E. Leland *Corporate debt value, bond covenants, and optimal capital structure*. Journal of Finance 49:1283-1252, 1994.

- [Lloyds (2009)] Lloyds Banking Group. *Exchange Offer and Publication of Exchange Offer Memorandum*. Lloyds Banking Group, 3. november 2010.
- [Lloyds (i/t)] Lloyds Banking Group. *Prospectus for Enhanced Capital Note*. Prospekt-/salgsskabelon.
- [Lummer et al. (1993)] Scott L. Lummer og Mark W. Riepe. *Convertible Bonds as an Asset Class: 1957-1992*. Artikel , 1993.
- [Mankiw (2002)] N. Gregory Mankiw. *Macroeconomics*. Worth Publishers, 2002.
- [McDonald (2009)] R. L. McDonald. *Contingent Capital with a Dual Price Trigger*. Northwestern University. Arbejdspapir, 2009.
- [Merton (1973)] Robert C. Merton. *Theory of Rational Option Pricing*. Papir. Bell Journal of Economics and Management Science 4, 141-183, 1973.
- [Merton (1974)] Robert C. Merton. *On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rates*. Journal of Finance 29, 449-470, 1974.
- [Miles et al. (2011)] David Miles, Jing Yang og Gilberto Marcheggiano. *Optimal bank capital*. Discussion Paper No. 31: revised and expanded version. Bank of England, april 2010.
- [Modigliani et al. (1958)] Franco Modigliani og Merton H. Miller. *The Cost of Capital, Corporation Finance and the Theory of Investment*. Papir. The American Economic Review, Vol. 48, No. 3., pp. 261-297, juni 1958.
- [Myers et al. (1984)] Stewart Myers og Nicholas S. Majluf. *Corporate Financing and Investment Decisions when Firms have Information that Investors Do Not Have*. Artikel. Journal of Financial Economics, Vol. 13, No. 2, pp. 187-221., juni 1984.
- [Noedgaard (2010)] Ulrik Nødgaard. *The Future of the Financial Regulation*. Præsentationspapirer. Finanstilsynet, 13. december 2010.
- [Pazarbasioglu et al. (2011)] Ceyla Pazarbasioglu, Jianping Zhou, Vanessa Le Leslé og Michael Moore. *Contingent Capital: Economic Rationale and Design Features*. IMF Staff Discussion Note, 25. januar 2011.
- [Pennacchi (2010)] George Pennacchi. *A Structural Model of Contingent Bank Capital*. Arbejdspapir. University of Illinois, College of Business, 23. april 2010.
- [Pennacchi et al. (2011)] George Pennacchi, Theo Vermaelen og Christian C.P. Wolff. *Contingent Capital: The Case for COERCs*. University of Illinois, revideret marts 2011.
- [PEO Cambridge (2011)] PEO Cambridge. *CoCo Bonds*. peo.cambridge.org, 2011.
- [Pinedo et al. (2010)] Anna T. Pinedo og James R. Tanenbaum. *A requiem for hybrids?*. Artikel. Morrison & Foerster LLP, 20. august 2010.
- [Rajan (2010)] Raghuram Rajan. *Fixing the financial system*. VoxEU.org, 9. juli 2010.

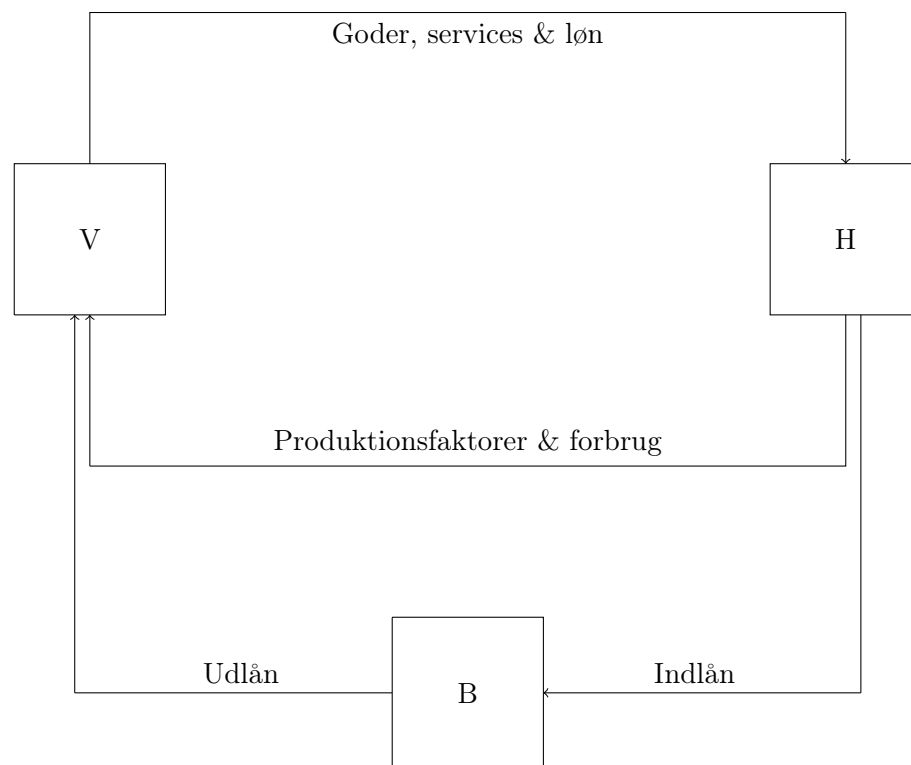
- [Rajan (2009)] Raghuram Rajan. *More capital will not stop the next crisis*. Artikel. Financial Times, 1. oktober 2009.
- [Reuters (2011)] Reuters. *UBS CEO sees alternative to CoCo bonds-paper*. Reuters, 13. februar, 2011.
- [Samuelson (1965)] Paul A. Samuelson. *Rational Theory of Warrant Pricing*. Artikel. Massachusetts Institute of Technology. Industrial Management Review, 1965.
- [Shin (2011)] Hyun Song Shin. *Basel III: 'the only game in town'*. VoxEU.org, 25. marts 2011.
- [Shirayayev (1978)] A. N. Shirayayev. *Optimal Stopping Rules*. Springer-Verlag. New York, 1978.
- [SIF (2010)] State Secretariat for International Financial Matters (SIF). *Final report of the Commission of Experts for limiting the economic risks posed by large companies*. Rapport. SIF, 30. september 2010.
- [Slovik et al. (2011)] Patrick Slovik og Boris Cournède. *Macroeconomic Impact of Basel III*. Arbejdsdokument nr. 844. OECD Economics Department. OECD Publishing, 2011.
- [SNB (2009)] Die Schweizerische Nationalbank. *Financial Stability Report 2009*. Rapport. Den schweiziske nationalbank, 2009.
- [Squam Lake Report (2010)] Kenneth R. French (Dartmouth College), Raghuram G. Rajan (University of Chicago), Martin N. Baily (Brookings Institution), David S. Scharfstein (Harvard University), John Y. Campbell (Harvard University), Robert J. Shiller (Yale University), John H. Cochrane (University of Chicago), Hyun Song Shin (Princeton University), Douglas W. Diamond (University of Chicago), Matthew J. Slaughter (Dartmouth College), Darrell Duffie (Stanford University), Jeremy C. Stein (Harvard University), Anil K Kashyap (University of Chicago), René M. Stulz (Ohio State University) and Frederic S. Mishkin (Columbia University). *The Squam Lake Report: Fixing The Financial System*. Princeton University Press, 2010.
- [Stern et al. (2004)] Gary H. Stern og Ron J. Feldman. *Too Big To Fail: The Hazards of Bank Bailouts*. Brookings Institution Press. Washington, D.C., 2004.
- [Sundareshan (2010)] Suresh Sundareshan og Zhenyu Wang. *Design of Contingent Capital with a Stock Price Trigger for Mandatory Conversion*. Federal Reserve Bank of New York Staff Reports, revideret juni 2010.
- [Treanor (2011)] Jill Treanor. *Bank of England official backs 'coco' securities for capital and bankers' pay*. guardian.co.uk, 23. marts 2011.
- [Vaughan (2011)] Liam Vaughan. *UBS sticks to CoCos work despite chief's danger warning*. Financial News, 3. marts 2011.
- [Whittaker (2010)] Thomas Whittaker. *Credit Suisse CoCo oversubscription dispels concerns over investor demand*. Risk.net, 4. marts 2011.
- [Zhou (2001)] Chunsheng Zhou. *The Term Structure Of Credit Spreads With Jump Risk*. Journal of Banking and Finance, 2001.

- [Zopounidis et al. (2008)] Constantin Zopounidis, Michael Doumpos og Panos M. Pardalos. *Handbook of Financial Engineering, Volume 18*. Springer, 2008.

Bilag A

Til kapitel 1

A.1 Keynes'ske økonomiopfattelse



Figur A.1: Tre-sektor økonomi.

De to primære strømme er udgjort af en strøm af reale ressourcer og produkter og en strøm bestående udelukkende af penge. Men bruger ikke alt deres indtjente løn på goder og services fra firmaerne. Det er selvsagt urealistisk at forestille sig, at alle husholdninger konsumerer hver en krone de tjener.

Nogle penge bliver også lagt til side. Dette er husholdningernes *opsparing*. Men denne handling skaber uligevægt i systemet. Nu er der nemlig en *leakage*. Når husholdningerne spare penge op sænkes farten, hvormed pengemængden strømmer. Og siden husholdningerne nu ikke længere bruger alle deres midler på produkter, som firmaerne producerer, sænker firmaerne inden længe deres produktion. Hvorfor producere ting folk ej køber? Dette er klassisk Keynes'ske teori.

Modstykket til opsparing kommer fra firmaerne. De er nødt til at *investere* i produktionen for at kunne møde fremtidige forventet efterspørgsel. Investeringen sker ved brug af de midler som husholdningerne har lagt til side, men hvordan får firmaerne fingre i disse midler? Det er her bankerne kommer ind i billedet. I bilag A.1 findes et grafisk eksempel på et tre-sektors cirkulationsskema, hvor strømningerne mellem Husholdninger, Firmaer og Banker kan betragtes.

Folks opsparing sker ved at putte den andel af lønnen, der ikke konsumeres omgående i banken. Der laves et *indlån*. Her kan firmaerne låne penge til de investeringer, som er nødvendige for at betale produktionsfaktorer brugt til at opbygge lager, der skal kunne tilfredsstille fremtidig forbrug fra husholdningerne. Banken laver et udlån til firmaerne.

Denne proces, hvor firmaer får midler til investeringer kaldes en *injektsering*.

Firmaerne tager den risiko, der er for at deres formodning om fremtidig efterspørgsel er overvurderet. I en sådan situation kan firmaerne ikke afsætte deres varer og dermed heller ikke tilbagebetale deres lån.

Det skal for god ordens skyld pointeres, at cirkulationsskemaet naturligvis ikke stopper her. Et meget mere nuanceret og realistisk billede indeholder også sektorerne *stat* og *udland*.

A.2 Pengemultiplikatoren

Antag, at regulatorer fastlægger, at banker er lovmæssigt forpligtede til at holde en given pengereserve. Denne skal som minimum udgøre $0 < \theta \leq 1$ af deres samlede indlån. Antag ydermere, at hver af de førromtalte personer stikker andelen $0 < \sigma \leq 1$ i lommen – denne andel kaldes *seddelbrøkken*. Hvis pengebasen, H , er udstedt til Person 1, da er hændelsesforløbet og det nominelle pengeudbud, M , givet ved.

- Person 1 beholder andelen svarende til σ og sætter det resterende beløb $(1 - \sigma)H$ i banken.
- Banken er lovmæssigt forpligtede til at holde $\theta(1 - \sigma)H$.
- Person 2 går ned i banken og låner $(1 - \theta)(1 - \sigma)H$
- Bemærk at det nominelle pengeudbud nu er de H som centralbanken startede med at udstede samt de $(1 - \theta)(1 - \sigma)H$ som banken har udlånt. Altså $H + (1 - \theta)(1 - \sigma)H$.
- De $(1 - \theta)(1 - \sigma)^2 H$, som er tilbage efter Person 2 har taget sin seddelbrøk, finder før eller siden ned i banken igen, og der holdes igen andelen θ heraf.
- Person 3 kommer ned i banken og låner $(1 - \theta)^2(1 - \sigma)^2 H$

- Og det nominelle pengeudbud er nu steget til $H + (1 - \theta)(1 - \sigma)H + (1 - \theta)^2(1 - \sigma)^2H$

Processen fortsætter, idet banken hver gang beholder den påkrævede mængde reserve, og låner resten ud. Alt i alt bliver pengemængden

$$M = H + (1 - \theta)(1 - \sigma)H + (1 - \theta)^2(1 - \sigma)^2H + \dots \quad (\text{A.1})$$

$$= \frac{1}{1 - (1 - \theta)(1 - \sigma)}H, \quad (\text{A.2})$$

hvor brøken foran H kaldes pengemultiplikatoren. Denne er strengt større end én, hvilket bevirker, at det nominelle pengeudbud er større end pengebasen, og det er processen med ind- og udlån skyld i.

Bilag B

Til kapitel 2

B.1 Symboler i Pennacchi

Tabel B.1: Symbolforklaring. Indeholder symboler, der og forklaring heraf, der indgår i Pennacchi.

Symbol	Forklaring
A	Værdi af aktiver
A^*	* indikerer, at pengestrøm til og fra bank ej er indeholdt
λ_t	Risikojusteret springhyppighed
q_t	Poisson-tælleproces
$\lambda_t d_t$	Risikoneutrale sandsynlighed for at q_t øges med 1
Y	Faktor der afgør, hvor store springene er, $\{Y_n\}_{n \in \mathbb{N}}$, samt deres retning
k_t	Forventningen til det risikoneutrale spring i værdien for A^*
D_t	Kvantiteten af kort-sigtede indlån til tidspunkt t
r_t	Risikofri rente
h_t	Præmie på risikofyldt rente
x_t	Forholdet aktiver-til-indlån, $\frac{A_t}{D_t}$
$\hat{x}$	Banks ønskede niveau for x_t
B	CoCo-obligations pålydende værdi
s	Fast kreditspænd over den korte rente
$\bar{x}_t$	Præspecificeret konverteringstærskel
V	Værdi af CoCo-obligationer
p	Konverteringsparameteren
E	Værdi af egenkapital
$\bar{e}$	Forholdet egenkapital-til-indlån, $\frac{E_t}{D_t}$
b_{t_h}	Forholdet pålydende værdi af CoCo-til-indlån, $\frac{B}{D_t}$
I_t	Værdi af specificeret indeks til tidspunkt t
$\bar{I}_t$	Værdi af præspecificeret tærskel for indekset tidspunkt t
c_r	Kuponrate for risikofri obligation

B.2 Itô's lemma på en springdiffusionsproces

Generel brug af Itô's lemma fra [Cont et al. (2000)].

Antag, X er en springdiffusionsproces defineret som en sum af driftled, et browsk stokastisk integral og en akkumuleret Poissonproces. Altså,

$$X_t = X_0 + \int_0^t b_s ds + \int_0^t \sigma_s dW_s + \sum_{i=1}^{N_t} \Delta X_i, \quad (\text{B.1})$$

hvor b_t og σ_t er kontinuerte tilpassede processer med

$$E \left[\int_0^T \sigma_t^2 dt \right] < \infty. \quad (\text{B.2})$$

Der gælder det for alle $C^{1,2}$ -funktioner – det vil sige funktioner med *smooth* første og anden afledte – at $f : [0, T] \times \mathbb{R} \Rightarrow \mathbb{R}$, kan processen $Y_t = f(t, X_t)$ skrives som

$$f(t, X_t) - f(0, X_0) = \int_0^t \left[\frac{\partial f}{\partial s}(s, X_s) + \frac{\partial f}{\partial x}(s, X_s) b_s \right] ds \quad (\text{B.3})$$

$$+ \frac{1}{2} \int_0^t \sigma_s^2 \frac{\partial^2 f}{\partial x^2}(s, X_s) ds + \int_0^t \frac{\partial f}{\partial x}(s, X_s) \sigma_s dW_s \quad (\text{B.4})$$

$$+ \sum_{\{i \geq 1, T_i \leq t\}} [f(X_{T_i-} + \Delta X_i) - f(X_{T_i-})]. \quad (\text{B.5})$$

Og på differentialnotation er dette

$$dY_t = \frac{\partial f}{\partial t}(t, X_t) dt + b_t \frac{\partial f}{\partial x}(t, X_t) dt + \frac{\sigma_t^2}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial x^2}(t, X_t) dt \quad (\text{B.6})$$

$$+ \frac{\partial f}{\partial x}(t, X_t) \sigma_t dW_t + [f(X_{t-} + \Delta X) - f(X_{t-})]. \quad (\text{B.7})$$

B.3 Udledning af h_t

Først defineres

$$H \equiv E_t^Q \left[\max \left(\underbrace{\frac{D_t - Y_{q_t-} A_{t-}}{D_t}}_{1 - Y_{t-} x_{t-}}, 0 \right) \right] \quad (\text{B.8})$$

$$= E_t^Q [\max(1 - Y_{t-} x_{t-}, 0)]. \quad (\text{B.9})$$

Bruger, at $\ln(Y_{t-}) \sim N(\mu_y, \sigma_y^2)$.

$$= \int_0^{\frac{1}{x}} (1 - Yx) \exp \left[-\frac{(\ln(Y) - \mu_y)^2}{2\sigma_y^2} \right] (Y\sigma_y\sqrt{2\pi})^{-1} dY. \quad (\text{B.10})$$

Udskifter $y = \frac{\ln(Y) - \mu_y}{\sigma_y}$ og huske, at $\ln(0) = -\infty$. Så er

- $y|_{Y=0} = -\infty$,
- $y|_{Y=\frac{1}{x}} = \frac{\ln(\frac{1}{x}) - \mu_y}{\sigma_y} = -\frac{\ln(x) + \mu_y}{\sigma_y}$,
- $Y = \exp[\mu_y + y\sigma_y]$ og
- $dy = (Y\sigma_y)^{-1} dY$.

Herpå defineres

$$d_1 \equiv \frac{\ln(x) + \mu_y}{\sigma_y}, \quad (\text{B.11})$$

hvorved H kan skrives som

$$\int_{-\infty}^{-d_1} (1 - \exp[\mu_y + y\sigma_y]x) \frac{e^{-\frac{y^2}{2}}}{\sqrt{2\pi}} dy = N(d_1) - xe^{\mu_y} \int_{-\infty}^{-d_1} \exp\left[y\sigma_y - \frac{y^2}{2}\right] (\sqrt{2\pi})^{-1} dy. \quad (\text{B.12})$$

Arbejdes der videre med det sidste integral fås

$$\int_{-\infty}^{-d_1} \exp\left[y\sigma_y - \frac{y^2}{2}\right] (\sqrt{2\pi})^{-1} dy = e^{\frac{\sigma_y^2}{2}} \int_{-\infty}^{-d_1} \frac{\exp\left[-\frac{1}{2}(\mu - \sigma_y)^2\right]}{\sqrt{2\pi}} dy = e^{\frac{\sigma_y^2}{2}} \int_{-\infty}^{-d_2} \frac{\exp\left[-\frac{\sigma_y^2}{2}\right]}{\sqrt{2\pi}} dy, \quad (\text{B.13})$$

hvor

$$d_2 = d_1 + \sigma_y \quad (\text{B.14})$$

$$= \frac{\ln x + \mu_y}{\sigma_y} + \sigma_y. \quad (\text{B.15})$$

Samlet bliver

$$H = N(-d_1) - x \exp\left[\mu_y + \frac{\sigma_y^2}{2}\right] N(-d_2) \quad (\text{B.16})$$

$$= N(-d_1) - \exp\left[\ln x + \mu_y + \frac{\sigma_y^2}{2}\right] N(-d_2). \quad (\text{B.17})$$

B.4 CoCo-obligationer med dobbelttrigger

Til CoCo-obligationsvarianten med dobbelttrigger har vi brug for at præcisere, hvordan dette finansielle aktie-indeks fungerer i modellen. Der fastsættes, at

- I_t er værdien af indekset til tidspunkt t , og
- $\bar{I}_t$ er den præspecificerede trigger for indekset.

En konvertering kan således først blive aktuel idet både $I_t \leq \bar{I}_t$ og $x_t \leq \bar{x}_t$. Konverteringen er enten fuld eller delvis og følger i dette tilfælde, som gerne skulle indikere en større krise, (2.6). I situationen, hvor $x_t \leq \bar{x}_t$, men indeks-triggeren ikke er ramt, tænkes man ikke at være i en decideret krisesituation, hvorfor banken fortsat udbetaler kuponer. Når $x_t \leq 1 + pb_t$ antages det, at myndighederne lukker banken, og værdien af CoCo-obligationerne følger da (2.13).

Det finansielle aktie-indeks' risikoneutrale dynamik antages at tilfredsstille SDE'en:

$$\frac{dI_t}{I_t} = r_t dt + \sigma_i dz_i, \quad (\text{B.18})$$

hvor σ_i er en konstant, og dz_i er en brownsk bevægelse, der er korreleret med den browniske bevægelse for den individuelle banks afkast, dz .

Bankens aktiver og passiver er nu beskrevet, og vi vender blikket mod miljøet omkring antagelserne vedrørende *renten*.

B.5 R-kode til simulationer

Programmerne brugt til figurer i kapitel 2 fremgår nedenfor. Her følger først en kort skitsering af, hvordan et af programmerne virker.

- Alle kendte parameterværdier indlæses. Dette omfatter for eksempel løbetiden på CoCo-obligationen `Tn <- 5`, initialværdien for rentesimulationen `r0 <- 0.035` og korrelationen mellem afkastet på bankens aktiver og renten `rho <- -0.2`. Hvis en parameter skal variere over flere simulationer, specificeres det ligeledes her, eksempelvis `lambda <- c(1,0,1)` ved figur 2.2.
- Dernæst bestemmes antallet af stier, `npath`, til rente- og aktivafkastsimuleringer.
- Der sættes intervaller og inddelinger for K-t-I, `x0.nint`, og kupon, `c.nint`.
- Herfra kører programmet selv, og der skal blot justeres på relevante indeksindikatorer, når de forskellige figurer udarbejdes.
- Først simuleres to normalfordelte stier med korrelationen `rho`. Den ene anvendes til at simulere renten den anden afkastprocessen.

- Herefter simuleres springene. Ved hvert tidsstep simuleres en binomialfordelt variabel, der afgør om der springes eller ej og endelig en normalfordelt variabel, der afgør, hvor stort springet er.
- Herefter finder programmet betalingsrækkerne og udregner nutidsværdien baseret på rentesimulationen.
- Kupon findes ved regression som beskrevet tidligere.

B.6 Figur 2.1

```
## PROGRAM TO PLOT FIGURE 1 ##
```

```
## RUN BEFOREHAND:
```

```
# NONE
```

```
# h, figure 1 - START
```

```
h <- matrix(0,20,4)
```

```
d_1 <- d_2 <- h.bp <- h <- matrix(0,20,4)
```

```
sigma_y <- c(2,3,2,2)/100 # Base case = sigma_Y
```

```
mu_y <- c(-1,-1,-2,-1)/100 # Base case = mu_Y
```

```
lambda <- c(1,1,1,2) # Base case = lambda = 1
```

```
x <- seq(from=1+0.003, to=1+0.095, length=20)
```

```
for(j in 1:4)
```

```
{
```

```
  for(i in 1:20)
```

```
  {
```

```
    d_1[i,j] <- (log(x[i])+mu_y[j])/sigma_y[j]
```

```
    d_2[i,j] <- d_1[i,j]+sigma_y[j]
```

```
    h[i,j] <- lambda[j]*(pnorm(-d_1[i,j])-exp(log(x)[i]+mu_y[j]+0.5*sigma_y[j]^2)*  
    pnorm(-d_2[i,j]))
```

```
    h.bp[i,j] <- h[i,j]*100*100
```

```
  }
```

```
  # h in basis point = 100*%
```

```
}
```

```
dev.new(width=6, height=4.5)
```

```
plot(x-1,h.bp[,1],type="l", xlab=expression(x[t]-1), ylab="", ylim=c(0,max(h.bp)))
```

```
for(j in 2:4) lines(x-1,h.bp[,j], col=j)
```

```
legend("topright", c(expression(sigma[y] * "=0.02", " * mu[y] * "=-0.01,
```

```
" * lambda * "=1"), expression(sigma[y] * "=0.03"),
```

```
expression(mu[y] * "=-0.02"), expression(lambda * "=2")),
```

```
lty=c(1,1,1,1), col=c(1,2,3,4))
```

```
title(expression(h[t] * " (i basispoint)"))
```

h, figure 1 - END

B.7 Stamkode til figur 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6 samt figurer fra case study

Bemærk, at de asset substitutionsincitamentbeskrivende figurer er dannet ved to simulationer. En, hvor kuponer er beregnet, og en med ændrede parametreværdier og genbrugte kuponer.

```
## PROGRAM TO CREATE TWO (2) SEQUENCES OF RANDOM NUMBERS
  WITH A PREDETERMINED LENGTH (n) AND CORRELATION (rho) VIA
  THE CHOLESKY DECOMPOSITION ##

## RUN BEFOREHAND:
# NONE

# Syntax:
# a.b = a has been applied to b, i.e. t.A is t(A)
# or
# b.a = b has superscript (or similar) a, i.e. b^a or a.tilt = ã
# b_a = b has subscript a
# CAPITAL LETTERS usually SYMBOLISE A MATRIX

##

# Clear all ? Use:
# rm(list=ls())

# More than one plot in output? Use:
# par(mfrow=c(1,1))

# More than one plot in same frame? Use:
# lines(x,y)

##

# Time
T <- 5 # Years maturity
n <- T*250 # 250 days per year
dt <- T/n # Time-step

# Number of paths (interest rates and assets)
npath <- 1000
```

```

# "Same" random numbers
set.seed(1987)
# Check? Use: rnorm(10)

## Cholesky START ##
# Building correlation-matrix, RHO
rho <- -0.2 # Correlation between interest rate and ln(x)-return
vect <- c(1,rho,rho,1)
RHO <- matrix(vect,nrow=2) # Correlation-matrix

# Cholesky-decomposition of RHO
chol.RHO <- t(chol(RHO))

# Two UNcorrelated BMs
dW_1 <- matrix(1,n,npath) # Making nxnpath-matrix
dW_2 <- matrix(1,n,npath) # Same
for(j in 1:npath) # use 'j' when npath
{
  dW_1[,j] <- rnorm(n)*sqrt(dt)
  dW_2[,j] <- rnorm(n)*sqrt(dt)
}

# New correlated process (using Cholesky-decomposition)
dW_2corr <- matrix(1,n,npath) # Making nxnpath-matrix
for(j in 1:npath)
{
  for(i in 1:n)
  {
    dW_2corr[i,j] <- dW_1[i,j]*chol.RHO[2,1]+dW_2[i,j]*chol.RHO[2,2]
  }
}

# Check/Output
cor.vector <- 1:npath
for(j in 1:npath)
{
  print(cor(dW_1[,j],dW_2corr[,j]))
  cor.vector[j] <- cor(dW_1[,j],dW_2corr[,j])
}
matrix(c("Number of sequences", "Random numbers per sequence",
"Number of paths", "Mean correlation", 2, n, npath, mean(cor.vector)), nrow=4)
## Cholesky END ##

```

```

## PROGRAM TO SIMULATE A CIR-INTEREST RATE WITH A PREDETERMINED CORRELATION
TO ASSETS ##

## RUN BEFOREHAND:
# PENN.CHOL

## Interest rate START ##
# The change in the default-free interest rate from day t to day t+dt (p. 17)

# Parametres for interest rate modeling (p. 18)
r0 <- 0.035 # Interest rate @ t=0 => same as r[1]
r <- matrix(r0,n+1,npath) # Making r a "(n+1)xnpth"-matrix, and effectively
assigning r0 as first entry in every column
r.bar <- 0.069 # Equilibrium level for the interest rate
sigma_r <- 0.07 # Standard deviation for the interest rate
kappa <- 0.114 # Mean reversion parameter for the interest rate

# Stochastic interest rate, CIR-process
for(j in 1:npth)
{
  for(i in 1:n)
  {
    r[i+1,j] <- r[i,j] + kappa*(r.bar-r[i,j])*dt+sigma_r*sqrt(r[i,j])*dW_2corr[i,j]
  }
}

# Plotting r
plot(1:(n+1),r[,1], type="l", xlab="t", ylab="r", col=1)
for(j in 2:npth) lines(1:(n+1),r[,j], col=j)
#legend("bottomright","r",lty=1,col="black")

# Check/Output
matrix(c("Number of sequences", "Random numbers per sequence",
"Mean reversion level", "Mean for CIR-process", 1, n, r.bar, mean(r)), nrow=4)
## Interest rate END ##

## PROGRAM TO SIMULATE A JUMPS IN ASSETS VALUE WITH A PREDETERMINED
INTENSITY (lambda) AND SIZE (mu_Y) ##

## RUN BEFOREHAND:
# PENN.CHOL(esky)
# PENN.CIR.RATE

## Jumps START ##

```

```

# Jump-process (p.17)

# Parametres for jump modeling (p. 18)
mu_Y <- -0.01 # Mean for jump size
sigma_Y <- 0.02 # Standard deviation for jump size
lambda <- 1 # Frequency (1 = once per year)
phi <- matrix(rbinom(n%*%npath,1,dt*lambda),n,npath) # Jump or not? Binomial variable
ln.Y <- matrix(rnorm(n%*%npath,mu_Y,sigma_Y),n,npath) # (Actual) jump size

# Plotting jumps
plot(1:n,ln.Y[,1]*phi[,1], type="lines", xlab="t", ylab="Jump size", col=1)
for(j in 2:npath) lines(1:n,ln.Y[,j]*phi[,j], col=j)

# Check/Output
matrix(c("lambda check","jump size check",sum(phi)/(T*npath), mean(ln.Y)),2,2)
## Jumps END ##

## PROGRAM TO SIMULATE THE DAILY RISK NEUTRAL PROCESS FOR THE LOG OF
THE BANK'S ASSET-TO-DEPOSIT RATIO (p. 17) ##

## RUN BEFOREHAND:
# PENN.CHOLESKY
# PENN.CIR.RATE
# PENN.JUMPS

## ln(x) START ##
# Daily risk-neutral process for the log of the bank's asset-to-deposit ratio (p. 17)

# Parametres for ln(x) modeling (p. 18)
B <- 1 #The principal
c <- 0.05
g <- 0.5 # Mean reversion parameter for capital ratio target
x.hat <- 1.1 # Capital ratio target
b0 <- 0.04 # CCB-to-deposit ratio, B/D
b <- matrix(b0,n+1,npath) # Making b a (n+1)xnpath matrix and effectively
assigning b0 as the first entry of b (of all entries actually)
p <- 1 # Conversion parameter: par=1, premium>1, discount<1
e.bar <- 0.02 # equity-to-deposit ratio
x.bar <- 1+e.bar+p*b0 # Total capital-to-deposit ratio (conversion threshold)
sigma_x <- 0.02 # Standard deviation for assets

h <- matrix(1,n,npath) # Making h a nxnpath-matrix

```

```

k <- 1-exp(-mu_Y+0.5*sigma_Y^2) # k = E[Y-1], p. 14

# Let the games begin
x0 <- 1.075 # Starting capital-to-deposit ratio
x <- matrix(x0,n+1,npath) # Making x a nxnpath-matrix, and assigning x0 as the
value of all entries in x (thus effectively making x0 the first value of x)
ln.x0 <- matrix(log(x0),n+1,npath) # Same
ln.x <- ln.x0 # Same
binom.c <- matrix(1,n+1,npath) # Making binom.c a nxnpath-matrix

# Calculating: d_1, d_2, h, b, ln.x, x, binom.c
for(j in 1:npath)
{
  for(i in 1:n)
  {
    # d_1 & d_2
    d_1 <- (ln.x[i,j]+mu_Y)/sigma_Y
    d_2 <- d_1+sigma_Y

    # h
    h[i,j] <- lambda*(pnorm(-d_1)-exp(ln.x[i,j])*exp(mu_Y+0.5*sigma_Y^2)*pnorm(-d_2))

    # b
    b[i+1,j] <- b[i,j]*exp(-g*(exp(ln.x[i,j])-x.hat)*dt)

    # ln.x
    ln.x[i+1,j] <- ln.x[i,j] + ( (r[i,j]-lambda*k) - (r[i,j]+h[i,j]+c*
    b[i,j])/exp(ln.x[i,j]) - g*(exp(ln.x[i,j])-x.hat) - 0.5*sigma_x^2 ) *dt +
    sigma_x*dW_1[i,j] + ln.Y[i,j]*phi[i,j]

    # x
    x[i+1,j] <- exp(ln.x[i,j])

    # binom.c
    # Creating vector with 1 if payment (i.e. trigger point not reached)
    and 0 if no payment (i.e. trigger point reached)
    if(x[i,j]>=(1+b[i,j]) && binom.c[i,j]>0.5)
    {
      binom.c[i+1,j] <- 1
    }else
    {
      binom.c[i+1,j] <- 0
    }
  }
}

```

```

}
}

# Creates vector(s) with payments
# Finds the lump sum (lump.c) that will be paid in the event of trigger/no trigger
payments <- matrix(c(rep(c*dt, n-1),B), n, npath)*binom.c[1:n,] # OBS: dt multiplied
here!!
for(j in 1:npath)
{
  for(i in 2:n)
  {
    if(payments[i,j] == 0 && p*b[sum(binom.c[,j])+1,j] <= x[sum(binom.c[,j])+1]-1 )
    {
      payments[i,j] <- p*B
      break
    }else if(payments[i,j] == 0 && 0 < x[sum(binom.c[,j])+1]-1 &&
x[sum(binom.c[,j])+1]-1 < p*b[sum(binom.c[,j])+1,j])
    {
      payments[i,j] <- (x[sum(binom.c[,j])+1]-1)*B/b[sum(binom.c[,j])+1,j]
      print(j)
      break
    }
    else
    {
      payments[i,j] <- payments[i,j]
    }
  }
}

# Plotting 1+x
plot(1:(n+1), x[,1], type="l", ylim=c(min(x),max(x)), ylab="1+x", xlab="t")
for(j in 2:npath) lines(1:(n+1), x[,j], col=j)
legend("topleft",expression(ln(x_t)),lty=1,col="black")
## ln(x) END ##

dim(payments)
plot(1:dim(payments)[2],payments[7250,])

Final <- payments[dim(payments)[1],]
(1-sum(Final)/length(Final))*0.1
(1-sum(Final)/length(Final))*0.2

```

Eksempel på fuldstændig R-kode

Her til figur 2.2

```
## Set this
# Number of paths (for interest rates and assets)
npath <- 2000

# "Same" random numbers
set.seed(1987)
# Check? Use: rnorm(10)

##

#Cholesky
# Time
Tn <- 5 # Years maturity
rho <- -0.2 # Correlation between interest rate and ln(x)-return

#CIR
r0 <- 0.035 # Interest rate @ t=0 => same as r[1]
r.bar <- 0.069 # Equilibrium level for the interest rate
sigma_r <- 0.07 # Standard deviation for the interest rate
kappa <- 0.114 # Mean reversion parameter for the interest rate

#Jumps
mu_Y <- -0.01 # Mean for jump size
sigma_Y <- 0.02 # Standard deviation for jump size
lambda <- c(1,0,1) # Frequency (1 = once per year)

#x
g <- c(0.5,0.5,0.25) # Mean reversion parameter for capital ratio target
x.hat <- 1.1 # Capital ratio target
b0 <- 0.04 # CCB-to-deposit ratio, B/D
p <- 1 # Conversion parameter: par=1, premium>1, discount<1
e.bar <- 0.02 # equity-to-deposit ratio
sigma_x <- 0.02 # Standard deviation for assets
#x0 <- 1.075 # Starting capital-to-deposit ratio
x0.low <- 1+0.065
x0.high <- 1+0.15
x0.nint <- 10 # number of intervals between x0.low and x0.high
```



```

B <- 1 # Principal
c.low <- 0.04
c.high <- 0.058
c.nint <- 10 # number of intervals between c.low and c.high
c.fit.matrix <- matrix(0,x0.nint,length(lambda))

n <- Tn*250 # 250 days per year
dt <- Tn/n # Time-step

## Cholesky START ##
# Building correlation-matrix, RHO
vect <- c(1,rho,rho,1)
RHO <- matrix(vect,nrow=2) # Correlation-matrix

# Cholesky-decomposition of RHO
chol.RHO <- t(chol(RHO))

# Two UNcorrelated BMs
dW_1 <- matrix(1,n,npath) # Making nxnpath-matrix
dW_2 <- matrix(1,n,npath) # Same
for(j in 1:npath) # use 'j' when npath
{
  dW_1[,j] <- rnorm(n)*sqrt(dt)
  dW_2[,j] <- rnorm(n)*sqrt(dt)
}

# New correlated process (using Cholesky-decomposition)
dW_2corr <- matrix(1,n,npath) # Making nxnpath-matrix
for(j in 1:npath)
{
  for(i in 1:n)
  {
    dW_2corr[i,j] <- dW_1[i,j]*chol.RHO[2,1]+dW_2[i,j]*chol.RHO[2,2]
  }
}

## Interest rate START ##
# The change in the default-free interest rate from day t to day t+dt (p. 17)

# Parametres for interest rate modeling (p. 18)
r <- matrix(r0,n+1,npath) # Making r a "(n+1)xnpath"-matrix, and effectively
assigning r0 as first entry in every column

```

```

# Stochastic interest rate, CIR-process
for(j in 1:npath)
{
  for(i in 1:n)
  {
    r[i+1,j] <- r[i,j] + kappa*(r.bar-r[i,j])*dt+sigma_r*sqrt(r[i,j])*dW_2corr[i,j]
  }
}

## Interest rate END ##

#####

for(w in 1:length(lambda))
{
  ## PROGRAM TO SIMULATE A JUMPS IN ASSETS VALUE WITH A PREDETERMINED
  INTENSITY (lambda) AND SIZE (mu_Y) ##
  ## Jumps START ##
  # Jump-process (p.17)

  # Parametres for jump modeling (p. 18)
  phi <- matrix(rbinom(n%*%npath,1,dt*lambda[w]),n,npath) # Jump or not?
  Binomial variable
  ln.Y <- matrix(rnorm(n%*%npath,mu_Y,sigma_Y),n,npath) # (Actual) jump size
  ## Jumps END ##

  #####

  ## ln(x) START ##
  # Daily risk-neutral process for the log of the bank's asset-to-deposit ratio (p. 17)

  # Parametres for ln(x) modeling (p. 18)
  b <- matrix(b0,n+1,npath) # Making b a (n+1)xnpath matrix and effectively
  assigning b0 as the first entry of b (of all entries actually)
  x.bar0 <- 1+e.bar+p*b0 # Total capital-to-deposit ratio (conversion threshold)
  x.bar <- matrix(x.bar0,n+1,j)

  h <- matrix(1,n,npath) # Making h a nxnpath-matrix

  k <- exp(mu_Y+0.5*sigma_Y^2)-1 # k = E[Y-1], p. 14

  # Let the games begin
  # First: The regression part

```

```

c <- seq(c.low, c.high, length=c.nint)
x0 <- seq(x0.low,x0.high,length=x0.nint)
reg.matrix <- matrix(0,c.nint, length(x0))

reg.fit1 <- 1:x0.nint
reg.fit2 <- 1:x0.nint
c.fit <- 1:x0.nint

for(l in 1:x0.nint) # Use l for x0
{
  for(m in 1:c.nint) # Use m for c
  {
    x <- matrix(x0[l],n+1,npath) # Making x a nxnpath-matrix, and
    assigning x0 as the value of all entries in x (thus effectively
    making x0 the first value of x)
    ln.x0 <- matrix(log(x0[l]),n+1,npath) # Same
    ln.x <- ln.x0 # Same
    binom.c <- matrix(1,n+1,npath) # Making binom.c a nxnpath-matrix

    # Calculating: d_1, d_2, h, b, ln.x, x, binom.c
    for(j in 1:npath)
    {
      for(i in 1:n)
      {
        # d_1 & d_2
        d_1 <- (ln.x[i,j]+mu_Y)/sigma_Y
        d_2 <- d_1+sigma_Y

        # h
        h[i,j] <- lambda[w]*(pnorm(-d_1)-exp(ln.x[i,j])*exp(mu_Y+0.5*sigma_Y^2)*pnorm(-d_2))

        # b
        b[i+1,j] <- b[i,j]*exp(-g[w]*(exp(ln.x[i,j])-x.hat)*dt)

        # ln.x
        ln.x[i+1,j] <- ln.x[i,j] + ( (r[i,j]-lambda[w]*k) -
        (r[i,j]+h[i,j]+c[m]*b[i,j])/exp(ln.x[i,j]) - g[w]*(exp(ln.x[i,j])-x.hat) -
        0.5*sigma_x^2 ) *dt + sigma_x*dW_1[i,j] + ln.Y[i,j]*phi[i,j]

        # x
        x[i+1,j] <- exp(ln.x[i+1,j])

        # x.bar

```

```
x.bar[i+1,j] <- 1+e.bar+p*b[i+1,j]
```

```
# binom.c
```

```
# Creating vector with 1 if payment (i.e. trigger point not reached)
and 0 if no payment (i.e. trigger point reached)
```

```
if(x[i+1,j]>=x.bar[i+1,j] && binom.c[i,j]>0.5)
```

```
{
```

```
binom.c[i+1,j] <- 1
```

```
}else
```

```
{
```

```
binom.c[i+1,j] <- 0
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
# Creates vector(s) with payments
```

```
# Finds the lump sum (lump.c) that will be paid in the event of trigger/no trigger
payments <- matrix(c(rep(c[m]*dt, n-1),B), n, npath)*binom.c[1:n,] # OBS: dt
multiplied here!!
```

```
for(j in 1:npath)
```

```
{
```

```
for(i in 2:n)
```

```
{
```

```
if(payments[i,j] == 0 && p*b[sum(binom.c[,j])+1,j] <= x[sum(binom.c[,j])+1,j]-1 )
```

```
{
```

```
payments[i,j] <- p*B
```

```
break
```

```
}else if(payments[i,j] == 0 && 0 < x[sum(binom.c[,j])+1,j]-1 &&
```

```
x[sum(binom.c[,j])+1,j]-1 < p*b[sum(binom.c[,j])+1,j])
```

```
{
```

```
payments[i,j] <- (x[sum(binom.c[,j])+1,j]-1)*B/b[sum(binom.c[,j])+1,j]
```

```
break
```

```
}
```

```
else
```

```
{
```

```
payments[i,j] <- payments[i,j]
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
#####
```

```
## Fixed-coupon START ##
```

```
# S exp(-S r ds) * v(t) dt
```

```

vec.disc.v <- rep(0, npath) #disc = discounting
for(j in 1:npath)
{
  disc.v <- 0
  int.r <- 0
  for(i in 1:n)
  {
    int.r <- int.r + r[i,j]*dt
    disc.v <- disc.v + exp(-int.r)*payments[i,j]
  }
  vec.disc.v[j] <- disc.v
}
V0 <- mean(vec.disc.v)
reg.matrix[m,1] <- V0
## Fixed-coupon END ##
}
reg.fit1[1] <- lm(reg.matrix[,1]~1+c)$coef[1]
reg.fit2[1] <- lm(reg.matrix[,1]~1+c)$coef[2]
c.fit[1] <- (B-reg.fit1[1])/reg.fit2[1]
}
c.fit.matrix[,w] <- c.fit
}

# Graphics
plot((x0-1), c.fit.matrix[,1], type="l", col=2, ylim=c(c.low,c.high),
xlab=expression(x[0]-1), ylab="")
for(w in 2:length(lambda)) lines((x0-1),c.fit.matrix[,w], col=w+1)
lines((x0-1),rep(0.0423,length(x0)), col=1, lty=2)
legend("topright", c("Risikofri Obl.",expression("p=1,
" * bar(e) * "=2%, " * lambda * "=1, g=0.5"),expression(lambda * "=0"),"g=0.25"),
col=c(1,2,3,4), lty=c(2,1,1,1))
title("c")

```


Bilag C

Til kapitel 3

C.1 Symboler i Albul-Jaffee-Tchistyi

Tabel C.1: Symbolforklaring. Indeholder symboler og forklaring heraf, der indgår i Albul-Jaffee-Tchistyi.

Symbol	Forklaring
W	Værdi af egenkapital
G	Totale værdi af bank
r	Den risikofri rente
A	Værdi af aktiver
A_B	Værdi af aktiver ved falliterklæring
A_C	Værdi af aktiver ved konverteringstærksel
c_b	Den kontinuerlige kuponbetaling på en obligation
c_c	Den kontinuerlige kuponbetaling på en CoCo-obligation
λ	Proportionalitetskoefficient ved konvertering
BC	Fallitomkostning
TB	Skattefradrag
U^B	Værdi af obligationer
U^C	Værdi af CoCo-obligationer
X^*	* i potens betyder, at værdien er optimal
$X(A_t; c_b, 0)$	Værdi af "X" uden CoCo-obligationer
$X(A_t; c_b, c_c)$	Værdi af "X" med CoCo-obligationer
θ	Skattekvotient
$1 - \alpha$	Recovery ved fallit

C.2 Værdi af annuitet og voksende annuitet

Her skal værdien af et aktiv med værdien, A , der udbetaler 1DKK dt til hvert tidsinstans i uendelighed, findes.

Via Itô's Lemma kan dynamikken for A opskrives. Denne afhænger nemlig ikke af stokastiske variable, hvorfor $A = A(t)$ og

$$\frac{dA}{dt} = A' dt, \quad (C.1)$$

hvilket også kan skrives som $A'_t = A' dt$.

Både det forventede kapitalgevinst samt forventede cash-flow skal beregnes. Den forventede kapitalgevinst, $E[dA]$, er givet ved

$$E[dA] = A'_t, \quad (C.2)$$

og det forventede cash-flow er naturligvis blot de 1DKK per tidsstep, dt . Kombinationen af de to giver den totale forventede fortjeneste,

$$A'_t dt + 1DKK dt = (A'_t + 1DKK) dt. \quad (C.3)$$

Her anvendes et arbitrageargument, og følgende kan skrives, at

$$(A'_t + 1DKK) dt = r A' dt \Leftrightarrow \quad (C.4)$$

$$A'_t + 1DKK = r A. \quad (C.5)$$

Her skal indsættes, at siden A ej er tidsafhængig, da må $A'_t = 0$ og løsningen til differentialligningen er givet ved

$$A = \frac{1DKK}{r}. \quad (C.6)$$

Ovenstående er resultatet i det tilfælde, hvor betalingen er konstant og aktivet, A , ikke har en kendt positiv drift. Og det er jo netop situationen, der her skal undersøges.

Hvis man i stedet antager, at A 's samlede værdien, δdt , som er beskrevet ved processen

$$\frac{d\delta_t}{\delta_t} = \mu dt + \sigma dB_t^Q \quad (C.7)$$

Da er A således værdien af en evigtvarende kontrakt, hvis kontinuerlige cash-flow δdt vokser med en gennemsnitlig eksponentiel rate μ . Hvad er så værdien af kontrakten?

Som før er A evigtvarende, hvorfor

$$A = A(t, \delta_t) = A(\delta_t). \quad (\text{C.8})$$

Fremgangsmåden er som tidligere: Itô's Lemma kortlægger dynamikken for A .

$$dA = \left[A'_\delta \mu \delta + \frac{1}{2} A''_{\delta\delta} \sigma^2 \delta^2 \right] dt + A_\delta \sigma \delta dB_t^Q. \quad (\text{C.9})$$

Den forventede kapitalgevinst på denne kontrakt, $E[dA]$, er givet ved

$$E[dA] = \left[\mu \delta A'_\delta + \frac{1}{2} \sigma^2 \delta^2 A''_{\delta\delta} \right] dt. \quad (\text{C.10})$$

Her giver et arbitrage-argument, at

$$\left[\mu \delta A'_\delta + \frac{1}{2} \sigma^2 \delta^2 A''_{\delta\delta} \right] dt = r A dt, \quad (\text{C.11})$$

hvilket er en differentialligning. Her skal man gætte, at en fordobling af δ må lede til en fordobling af A . Dette leder til, at der må eksistere proportionalitet mellem δ og A , så

$$A = a\delta \quad (\text{C.12})$$

for en given konstant a .

Dette betyder, at $A'_\delta = a$ og $A''_{\delta\delta} = 0$. Substitueres disse udtryk ind i differentialligningen fra (C.11) haves, at

$$ra\delta = \mu a\delta + \delta \Leftrightarrow \quad (\text{C.13})$$

$$ra = \mu a + 1 \Leftrightarrow \quad (\text{C.14})$$

$$a(r - \mu) = 1 \Leftrightarrow \quad (\text{C.15})$$

$$a = \frac{1}{r - \mu}, \quad (\text{C.16})$$

hvilket betyder, at

$$A = \frac{\delta}{r - \mu}. \quad (\text{C.17})$$

C.3 Vigtige resultater: Prisudtryk og optimal fallitgrænse

I modellen gøres brug af to resultater fra litteraturen. Begge er hentet fra [Lando (2004)], og der gives her en kort gennemgang af, hvorledes de er fremkommet.

Betragt tilstandsvariablen ξ , der starter i $\xi > 0$ og tilfredsstiller den stokastiske differentialligning

$$\frac{d\xi_t}{\xi_t} = \mu dt + \sigma dW_t. \quad (\text{C.18})$$

Den relevante diskonteringsfaktor er $\beta_t = e^{-rt}$, og der betragtes en evigtvarende kontrakt med værdien $F(\xi_t)$ til tidspunkt t . Denne kontrakt er tidshomogen. Som forklaret tidligere betyder det, at det godt kan være, at kontrakten afsluttes, men det sker kun på grund af bevægelser i tilstandsvariablen ξ_t .

De udbytter, der måtte være sket, samles i variablen D_t . Her indeholdes dermed de kumulative udbyttebetalinger op til tid t . Der haves således, at

$$D_t = \int_0^t a + b\xi_s ds. \quad (\text{C.19})$$

For vores føromtalt kontrakt betyder det, at dennes diskonterede *gains*-proces, $d\Gamma_t$, er

$$d\Gamma_t = d(\beta_t F(\xi_t)) + \beta_t dD_t, \quad (\text{C.20})$$

hvilket er ændringen i den diskonterede pris plus de diskonterede udbytter. Og med brug af partiel integration kan ovenstående udtryk blive til

$$d\Gamma_t = \beta dF(\xi_t) + F(\xi_t)d\beta_t + \beta_t dD_t. \quad (\text{C.21})$$

Herfra skal Itô's lemma benyttes. Denne giver os processen for den diskonterede *gains*-proces, $d\Gamma_t$, hertil kommer differentiation af de indgående led.

$$\begin{aligned} dF(\xi_t) &= \left(F'(\xi_t)\mu\xi_t + \frac{\sigma^2}{2}\xi_t^2 F''(\xi_t) \right) dt + \beta_t F'(\xi_t)\sigma\xi_t dW_t \\ d\beta_t &= -r\beta_t dt \\ dD_t &= (a + b\xi_t)dt. \end{aligned} \quad (\text{C.22})$$

Og samlet bliver den diskonterede *gains*-proces

$$d\Gamma_t = \beta_t \left(F'(\xi_t)\mu\xi_t + \frac{\sigma^2}{2}\xi_t^2 F''(\xi_t) + (a + b\xi_t) \right) dt + \beta_t F'(\xi_t)\sigma\xi_t dW_t \quad (\text{C.23})$$

Prisfastsættelse under et risikojusteret Q -mål afkræver naturligvis, at gains-processen er en martingal under dette mål, hvorfor driftleddet skal være 0. Dette er ensbetydende med 2. ordens ordinære differentialligningen

$$\frac{\sigma^2}{2}x^2F''(x) + \mu xF'(x) + a + bx = rF(x). \quad (\text{C.24})$$

Der gættes på

$$\mathbf{A}_1 x^{-\gamma} + \mathbf{A}_2 x^\delta + \frac{a}{r} + \frac{bx}{r - \mu} \quad (\text{C.25})$$

som den fuldstændige løsning til den ordinære differentialligning, hvor

$$\delta = \frac{-\mu + \frac{\sigma^2}{2}}{\sigma^2} + \frac{\sqrt{\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)^2 + 2\sigma^2 r}}{\sigma^2} > 0 \quad (\text{C.26})$$

og

$$-\gamma = \frac{-\mu + \frac{\sigma^2}{2}}{\sigma^2} - \frac{\sqrt{\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)^2 + 2\sigma^2 r}}{\sigma^2} < 0. \quad (\text{C.27})$$

δ er den positive potens, da

$$-\mu + \frac{\sigma^2}{2} < \sqrt{\left(\mu + \frac{\sigma^2}{2}\right)^2 + 2\sigma^2 r} \quad (\text{C.28})$$

$$\left(-\mu + \frac{\sigma^2}{2}\right)^2 < \left(\mu + \frac{\sigma^2}{2}\right)^2 + 2\sigma^2 r \quad (\text{C.29})$$

$$\mu^2 + \frac{\sigma^4}{4} - 2\mu\frac{\sigma^2}{2} < \mu^2 + \frac{\sigma^4}{4} - 2\mu\frac{\sigma^2}{2} + 2\sigma^2 r \quad (\text{C.30})$$

$$0 < 2\sigma^2 r, \quad (\text{C.31})$$

hvilket er sandt, da man husker, at både σ og r er strengt positive.

Vi ønsker nu at finde værdien af en kontrakt, som udbetaler 1, hvis bankens værdi rammer en given fallitgrænse K , og 0 ellers. Eftersom der ingen løbende dividender er, har vi, at værdien er givet på formen

$$P_K(A_t) = \mathbf{A}_1 A_t^{-\gamma} + \mathbf{A}_2 A_t^\delta. \quad (\text{C.32})$$

$\mathbf{A_1}$ og $\mathbf{A_2}$ er konstanter, der bestemmes i næste del af udledningen, mens A_t stadig er værdien af bankens aktiver. For at indikere forskellen er konstanterne markeret med **fed** font.

Eftersom vi ved, at kontrakten ingenting udbetaler sålænge banken ikke er gået fallit, da må der nødvendigvis gælde for grænsetilfældet, hvor aktivværdien er enorm stor, at

$$P_B(A_t) \rightarrow 0 \text{ for } A_t \rightarrow \infty. \quad (\text{C.33})$$

Med kig på udtrykket for værdien af kontrakten, er det umiddelbart, at A_2 må være 0, hvis denne betingelse nogensinde skal tilfredsstilles, thi der indgår en positiv eksponent.

Hertil vides, at værdien af kontrakten er 1, når fallit rammes, altså

$$\begin{aligned} P_B(A_B) &= \mathbf{A_1} A_B^{-\gamma} + \mathbf{A_2} A_B^{\delta} = 1 \\ &= \mathbf{A_1} A_B^{-\gamma} = 1 \Leftrightarrow \\ \mathbf{A_1} &= A_B^{\gamma} \end{aligned} \quad (\text{C.34})$$

Og der kan endelig opstilles et udtryk for værdien af den kontrakt med værdien 1 ved fallit, og dette er det *første* resultat, vi skal bruge.

$$P_B(A) = \left(\frac{A_t}{A_B} \right)^{-\gamma}. \quad (\text{C.35})$$

Det *andet* resultat, beskriver bankens optimale valg af falliterklæringstidspunkt, $\tau(A_B)$. Det fremkommer ved at bruge det første resultat til at beskrive værdien af fallitomkostningen samt værdien af skattefordelen og kombinere de to. Der følger her en kort gennemgang.

Det vides, at der ved fallit er et tab af proportional størrelse med konkursbarrieren, nemlig αA_B . Dermed kan man ud fra (3.4) opskrive værdien af fallitomkostningen (engelsk: *bankruptcy cost*, BC) til tidspunkt $t = 0$ som

$$BC(A_t; A_B, c_b) = \alpha A_B \left(\frac{A_t}{A_B} \right)^{-\gamma}. \quad (\text{C.36})$$

Denne størrelse benyttes, når valget af kapitalstruktur bestemmes. Her balanceres denne størrelse samt skattefradraget, således at den samlede værdi af banken optimeres.

Nu skal et udtryk for værdien af dette skattefradrag findes. Til dette skal bruges en forskrift for værdien af en kontrakt, der udbetaler 1 per tidsenhed indtil fallit, A_B , rammes og herefter 0. Denne er

$$P_T(A_t) = \mathbf{A_1} A^{-\gamma} + \mathbf{A_2} A^{\delta} + \frac{1}{r}. \quad (\text{C.37})$$

Igen betragtes grænseværdierne. For $A_t \rightarrow \infty$, må værdien af kontrakten gå mod værdien af en kontrakt, der udbetaler 1 per tidsenhed i al evighed, altså $\frac{1}{r}$. Det kan derfor sluttet, at A_2 må være 0. Hertil vides, at værdien er 0 ved fallit. Dermed kan værdien skrives som

$$P_T(A_t) = \frac{1}{r}(1 - P_B(A_t)). \quad (\text{C.38})$$

Under antagelse af en konstant kuponbetaling på c_b per tidsenhed, hvor skattefordelen gør, at banken til gengæld får et cashflow på θc_b per tidsenhed, da bliver værdien af denne skattefordel (engelsk: tax benefit, TB)

$$TB(A_t; A_B, c_b) = \frac{\theta c_b}{r}(1 - P_B(V)). \quad (\text{C.39})$$

Den økonomiske intuition giver her god mening. Tænk på ekstremen, hvor skatten er 0. Her er der ingen gevinst ved at udstede gæld, og som det fremgår af ovenstående ligning, er TB da også 0.

Hvis TB og BC kombineres fås nemt værdien af gælden, nemlig

$$U(A_t; A_B, c_b) = \frac{c_b}{r}(1 - P_B(A_t)) + (1 - \alpha)A_BP_B(A_t), \quad (\text{C.40})$$

hvor første led er værdien af kuponstrømmen indtil fallit, og andet led er værdien af den *recovery*, der er tilbage til gældsejerne i tilfælde af fallit.

Med ovenstående sammenhænge kan værdien af banken opskrives som værdien af skattefordelen plus værdien af aktiverne fratrukket tabet ved fallit

$$G(A_t; V_B, c_b) = A + TB - BC. \quad (\text{C.41})$$

Idet der bare findes gæld (U) og egenkapital (W), da må

$$G(A_t; V_B, c_b) = W + U, \quad (\text{C.42})$$

så værdien af egenkapitalen kan findes residualt.

Det er ejerne, der afgør, hvornår de ønsker at erklære banken fallit. Det kan ses direkte fra (C.36) og (C.41), at fallitgrænsen sættes så lavt som muligt, uden at værdien af egenkapitalen bliver negativt, og til dette benyttes en *smooth-pasting*-betingelse, der gør, at værdien af egenkapitalen har minimum, netop der hvor A_t rammer A_B , altså

$$\frac{d}{dV}W|_{A=A_B} = 0. \quad (\text{C.43})$$

Løsningen giver den optimale fallitgrænse, og denne løsning er det *andet* resultat, man skal bruge. Givet ved

$$A_B^*(c_b) = \frac{\gamma(1-\theta)c_b}{r(1+\gamma)}. \quad (\text{C.44})$$

Det er uafhængigt af A , men proportional med c_b samt faldende i θ .

Man kan nu indsætte $A_B^*(c_b)$ i udtrykket for egenkapitalen og maksimere som en funktion af c_b , og få

$$c_b^* = \frac{r(1+\gamma)}{\gamma(1-\theta)} \left(\frac{(1+\gamma)\theta + \alpha(1-\theta)\gamma}{\theta} \right)^{-\frac{1}{\gamma}} \quad (\text{C.45})$$

C.4 Hvorfor $\Delta W < 0$ ved (3.51) på side 45

Vi bruger endnu engang resultaterne fra afsnit 3.3, det giver

$$W(A_t, \hat{A}_B; \hat{c}_b, 0) = A_t - \frac{\hat{c}_b(1-\theta)}{r} \left(1 - \left(\frac{A_t}{\hat{A}_B} \right)^{-\gamma} \right) - \hat{A}_B \left(\frac{A_t}{\hat{A}_B} \right)^{-\gamma} \quad (\text{C.46})$$

og

$$W(A_t, \bar{A}_B; \bar{c}_b, 0) = A_t - \frac{\bar{c}_b(1-\theta)}{r} \left(1 - \left(\frac{A_t}{\bar{A}_B} \right)^{-\gamma} \right) - \bar{A}_B \left(\frac{A_t}{\bar{A}_B} \right)^{-\gamma}. \quad (\text{C.47})$$

Trækkes disse fra hinanden fås

$$\Delta \hat{W} = A_t - \frac{\hat{c}_b(1-\theta)}{r} \left(1 - \left(\frac{A_t}{\hat{A}_B} \right)^{-\gamma} \right) - \hat{A}_B \left(\frac{A_t}{\hat{A}_B} \right)^{-\gamma} - \quad (\text{C.48})$$

$$A_t - \frac{\bar{c}_b(1-\theta)}{r} \left(1 - \left(\frac{A_t}{\bar{A}_B} \right)^{-\gamma} \right) - \bar{A}_B \left(\frac{A_t}{\bar{A}_B} \right)^{-\gamma} \quad (\text{C.49})$$

$$= \frac{(\hat{c}_b - \bar{c}_b)(1-\theta)}{r} \left(1 - \left(\frac{A_t}{\bar{A}_B} \right)^{-\gamma} \right) - \frac{c_c(1-\theta)}{r} \left(1 - \left(\frac{A_t}{\bar{A}_C} \right)^{-\gamma} \right) - \left(\lambda \frac{c_c}{r} \right) \left(\frac{A_t}{\bar{A}_C} \right)^{-\gamma} + \quad (\text{C.50})$$

$$\frac{\hat{c}_b(1-\theta)}{r} \left(\left(\frac{A_t}{\bar{A}_B} \right)^{-\gamma} - \left(\frac{A_t}{\hat{A}_B} \right)^{-\gamma} \right) + \hat{A}_B \left(\frac{A_t}{\hat{A}_B} \right)^{-\gamma} - \bar{A}_B \left(\frac{A_t}{\bar{A}_B} \right)^{-\gamma}. \quad (\text{C.51})$$

Herfra skal man benytte, at

$$\frac{c_c}{r} \left(1 - \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma} \right) + \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma} \left(\lambda \frac{c_c}{r} \right) = \frac{\hat{c}_b - \bar{c}_b}{r} \left(1 - \left(\frac{A_t}{\bar{A}_B} \right)^{-\gamma} \right). \quad (\text{C.52})$$

Der ganges igennem med $(1 - \theta)$ og

$$(1 - \theta) \left(\frac{c_c}{r} \left(1 - \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma} \right) + \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma} \left(\lambda \frac{c_c}{r} \right) \right) = (1 - \theta) \left(\frac{\hat{c}_b - \bar{c}_b}{r} \left(1 - \left(\frac{A_t}{\bar{A}_B} \right)^{-\gamma} \right) \right), \quad (\text{C.53})$$

hvilket giver følgende udtryk på venstresiden

$$\frac{c_c(1 - \theta)}{r} \left(1 - \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma} \right), \quad (\text{C.54})$$

$$(1 - \theta) \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma} \left(\lambda \frac{c_c}{r} \right) = \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma} \left(\lambda \frac{c_c}{r} \right) - \theta \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma} \left(\lambda \frac{c_c}{r} \right) \quad (\text{C.55})$$

og

$$\left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma} \left(\lambda \frac{c_c}{r} \right). \quad (\text{C.56})$$

Mens højresiden giver

$$\frac{(1 - \theta)(\hat{c}_b - \bar{c}_b)}{r} \left(1 - \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma} \right). \quad (\text{C.57})$$

Disse fire udtryk indsættes i (C.51), hvorved de første to led forsvinder, mens tredje led reduceres, og man har

$$\Delta \hat{W} = -\theta \left(\lambda \frac{c_c}{r} \right) \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma} + \frac{\hat{c}_b(1 - \theta)}{r} \left(\left(\frac{A_t}{\bar{A}_B} \right)^{-\gamma} - \left(\frac{A_t}{\hat{A}_B} \right)^{-\gamma} \right) + \hat{A}_B \left(\frac{A_t}{\hat{A}_B} \right)^{-\gamma} - \bar{A}_B \left(\frac{A_t}{\bar{A}_B} \right)^{-\gamma} \quad (\text{C.58})$$

$$= \frac{\hat{c}(1 - \theta)}{r} \left(\frac{A_t}{\bar{A}_B} \right)^{-\gamma} - \bar{A}_B \left(\frac{A_t}{\bar{A}_B} \right)^{-\gamma} - \left(\frac{\hat{c}(1 - \theta)}{r} \left(\frac{A_t}{\hat{A}_B} \right)^{-\gamma} - \left(\frac{A_t}{\hat{A}_B} \right)^{-\gamma} \right) - \theta \left(\lambda \frac{c_c}{r} \right) \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma}. \quad (\text{C.59})$$

Nu defineres funktionen

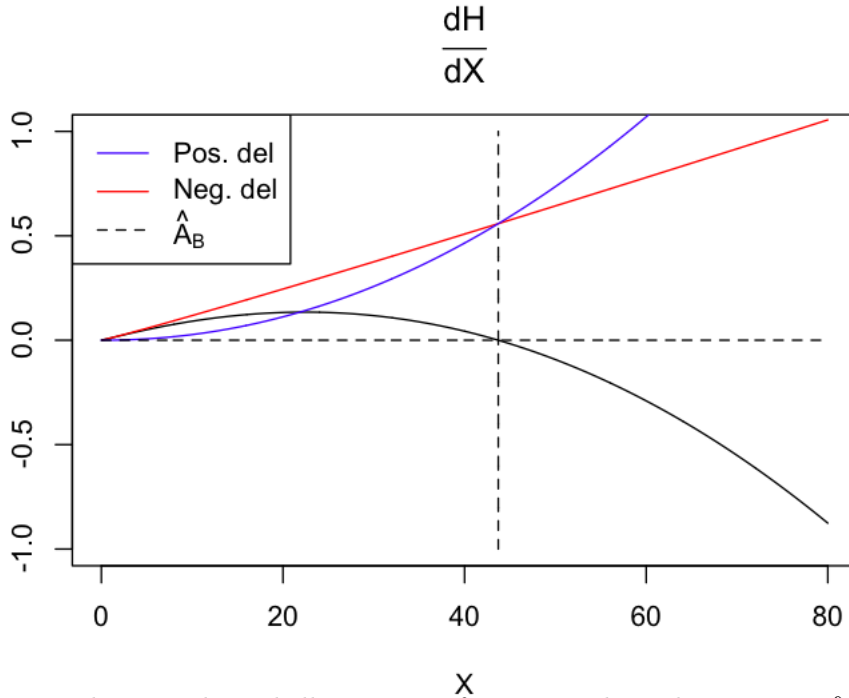
$$H(X) \equiv \frac{\hat{c}(1-\theta)}{r} \left(\frac{A_t}{X} \right)^{-\gamma} \quad (\text{C.60})$$

som benyttes i (C.59), så

$$\Delta \hat{W} = -(H(\hat{A}_B) - H(\bar{A}_B)) - \theta \left(\lambda \frac{c_c}{r} \right) \left(\frac{A_t}{A_C} \right)^{-\gamma}. \quad (\text{C.61})$$

Vi mangler nu blot at beskrive, hvorledes den første afledte af $H(X)$ opfører sig, da kan det nemlig afgøres, hvilken af funktionerne $H(\hat{A}_B)$ og $H(\bar{A}_B)$, som er størst.

$$H'(X) = \frac{\gamma \hat{c}_b(1-\theta)}{r} \left(\frac{A_t}{X} \right)^{-\gamma} \frac{1}{X} - (1+\gamma) \left(\frac{A_t}{X} \right)^{-\gamma}. \quad (\text{C.62})$$



Figur C.1: Arbitrært valgte værdier til illustration af pointe ved resultat. $\sigma = 15\%$, $\mu = 1\%$, $\hat{c}_b = 5$, $\theta = 0,35$, $r = 0.05$, $A_t = 100$ og $\hat{A}_B = 43,72$

Nu indsættes $\hat{A}_B$ på X 's plads. Og der mindes om, at $\hat{A}_B = \frac{\gamma(1-\theta)\hat{c}_b}{r(1-\gamma)}$. Så

$$H'(\hat{A}_B) = \frac{\gamma \hat{c}_b(1-\theta)}{r} \left(\frac{A_t}{\hat{A}_B} \right)^{-\gamma} \frac{1}{\hat{A}_B} - (1+\gamma) \left(\frac{A_t}{\hat{A}_B} \right)^{-\gamma} \quad (\text{C.63})$$

$$= \frac{\gamma \hat{c}_b(1-\theta)}{r} \left(\frac{A_t}{\left(\frac{\gamma(1-\theta)\hat{c}_b}{r(1-\gamma)} \right)} \right)^{-\gamma} \frac{1}{\left(\frac{\gamma(1-\theta)\hat{c}_b}{r(1-\gamma)} \right)} - (1+\gamma) \left(\frac{A_t}{\left(\frac{\gamma(1-\theta)\hat{c}_b}{r(1-\gamma)} \right)} \right)^{-\gamma} \quad (\text{C.64})$$

$$= \left(\frac{A_t}{\left(\frac{\gamma(1-\theta)\hat{c}_b}{r(1-\gamma)} \right)} \right)^{-\gamma} \frac{1}{\left(\frac{\gamma(1-\theta)\hat{c}_b}{r(1-\gamma)} \right)} \left(\frac{\gamma \hat{c}_b(1-\theta)}{r} - (1-\gamma) \left(\frac{\gamma(1-\theta)\hat{c}_b}{r(1-\gamma)} \right) \right) \quad (\text{C.65})$$

$$= \left(\frac{A_t}{\left(\frac{\gamma(1-\theta)\hat{c}_b}{r(1-\gamma)} \right)} \right)^{-\gamma} \frac{1}{\left(\frac{\gamma(1-\theta)\hat{c}_b}{r(1-\gamma)} \right)} \left(\frac{\gamma \hat{c}_b(1-\theta)}{r} - \frac{\gamma(1-\theta)\hat{c}_b}{r} \right) \quad (\text{C.66})$$

$$= 0 \quad (\text{C.67})$$

Som det fremgår af figur C.1, er $H(X)$ en stigende funktion på intervallet $(0, \hat{A}_B)$, hvorfor (C.61) nødvendigvis må være negativ – og det kan *de facto* konstateres, at

$$\Delta \hat{W} = W(A_t, \bar{A}_B; \bar{c}_b, c_c) - W(A_t, \hat{A}_B; \hat{c}_b, 0) < 0. \quad (\text{C.68})$$

C.5 Konsekvens af afrundning

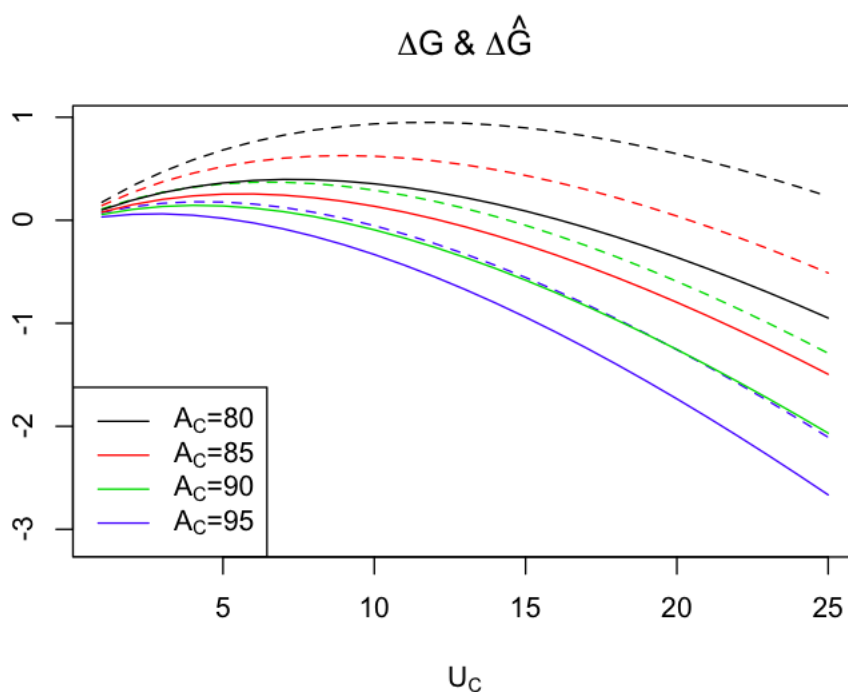
Her er vist, hvilken obligationsværdi, man får ved brug af $c_b^* = 5.24$. I [Albul et. al (2010)] bruges $U^B(A_t, A_B^*; c_b^*, 0) = 88,36$.

```
> # Consequence of Albul et. al's choice of significant digits
> rm(list=ls())
> # Initial values and calculations
> A <- 100; r <- 0.05; mu <- 0.01; sigma <- 0.15; alpha <- 0.5; theta <- 0.35;
c_b <- 5.24
> m <- mu - sigma^2/2;
gamma <- (m+sqrt(m^2+2*r*sigma^2))/sigma^2; beta <- gamma/(r*(1+gamma))
> A_B <- beta*(1-theta)*c_b; A_gam <- (A/A_B)^(-gamma)
> # Value of bond when coupon = 5.2400
> (U <- c_b/r * (1-A_gam) + A_gam*(1-alpha)*A_B)
[1] 88.315
> findU <- function(c_b)
+ {
+   return(88.36-(c_b/r * (1-A_gam) + A_gam*(1-alpha)*A_B))
+ }
> # Value of coupon when bond = 88.3600
> (c_bb <- uniroot(findU, c(0,6))$root)
```

```
[1] 5.242817
> #Check
> (U <- c_bb/r * (1-A_gam) + A_gam*(1-alpha)*A_B)
[1] 88.36
```

Altså får man $U^B(A_t, A_B^*; c_b^*, 0) = 88.315$, idet man anvender $c^*b = 5.24$, hvis man ønsker 88.36, skal $c^*b = 5.242817$ anvendes.

C.6 Sammenligning af ΔG og $\Delta \hat{G}$



Figur C.2: ΔG & $\Delta \hat{G}$ sammenlignet.

C.7 R-kode til udvalgte figurer i kapitlet

Til figur 3.1, figurerne 3.2 og 3.3

```
# Program der laver plot af egenkapitalens værdi som funktion af aktivværdien.
# Programmet er baseret på artiklen Contingent Convertible Bonds
  and Capital Structure
# http://www.frbatlanta.org/documents/news/conferences/10fmc\_tchistyi
```

```

# Konstanter
r <- 0.05
mu <- 0.01
sigma <- 0.15
alpha <- 0.5

#Kør manuelt?
A_c <- 60
c_b <- 5.24
c_c <- 0.5
lambda <- 0.9
theta <- 0.35
A_b <- 45.85
REGNAB <- 0 #Brug, hvis Albul et. al's afrundningsfejl ikke ønskes med.

CoCo <- function(A_c, c_b, c_c, lambda, theta, A_b, REGNAB)
{
  # Udregnede konstanter
  gamma <- -((-mu+sigma^2/2)/sigma^2 - (sqrt((mu-sigma^2/2)^2+2*sigma^2*r))/(sigma^2))
  beta <- gamma/(r*(1+gamma))

  if(REGNAB == 1)
  {
    A_b <- A_b <- beta*(1-theta)*c_b
  }

  A <- seq(from=round(A_b-1), to=100, length=1000)

  # Egenkapital, W
  W <- rep(0,length(A))

  temp <- 1:length(A)
  for(i in 1:length(A))
  {
    if(A_c>=A[i]) count <- temp[i]
  }

  for(i in 1:count-1)
  {
    W[i] <- A[i] - c_b*(1-theta)/r * (1-(A[i]/A_b)^(-gamma)) -
    A_b*(A[i]/A_b)^(-gamma)
  }
}

```

```

for(i in count:length(A))
{
W[i] <- A[i] - c_b*(1-theta)/r * (1-(A[i]/A_b)^(-gamma)) -
c_c*(1-theta)/r * (1-(A[i]/A_c)^(-gamma)) - A_b*(A[i]/A_b)^(-gamma) -
lambda*c_c/r*(A[i]/A_c)^(-gamma)
}

dev.new(width=5.9, height=4.5)
# Udskriver graf
# A plottet mod W, W~A
return(plot(A, W, type="l", main="W", ylab="", xlab=c(expression(A[t]))))
}

```

Til figur 3.4

```

# Delta G

A_C <- seq(from=80, to=95, length=5)
U_C.fix <- seq(from=1, to=25, length=25)
U_B.Star <- 88.36
U_B.bar.fix <- U_B.Star-U_C.fix
c_b.Star <- 5.24
#c_c <- 0.5
r <- 0.05
mu <- 0.01
A <- 100
lambda <- 1
alpha <- 0.5
theta <- 0.35
sigma <- 0.15
gamma <- -((-mu+sigma^2/2)/sigma^2 - (sqrt((mu-sigma^2/2)^2+2*sigma^2*r))/(sigma^2))
beta <- gamma/(r*(1+gamma))
A_B.Star <- beta*(1-theta)*c_b.Star
CoCo <- 1

c_cCalc <- U_C.fix/(1/r*(1-(1-lambda)*(A/A_C)^(-gamma)))

f_diff <- function(c_b.bar, U_B.bar.fixit)
{
A_B.bar <- beta*(1-theta)*c_b.bar
return(U_B.bar.fixit-(c_b.bar/r * (1-(A/A_B.bar)^(-gamma)) +
(A/A_B.bar)^(-gamma) * (1-alpha)*A_B.bar))
}

```

```

TB.fn <- function(A_C, A_B, c_b, c_c, CoCo)
{
  TB <- theta*c_b/r * (1-(A/A_B)^(-gamma)) + (theta*c_c*CoCo/r * (1-(A/A_C)^(-gamma)))
  return(TB)
}

BC.fn <- function(A_B)
{
  BC <- alpha * A_B * (A/A_B)^(-gamma)
  return(BC)
}

c_b.barCalc <- rep(0,25)
A_BCalc <- rep(0,25)
for(i in 1:25)
{
  c_b.barCalc[i] <- uniroot(f_diff, c(3,7), U_B.bar.fixit = U_B.bar.fix[i])$root
  c_b.barCalc[i] <- c_b.barCalc[i]*1 # To get as vector
  A_BCalc[i] <- beta*(1-theta)*c_b.barCalc[i]
}

DeltaG <- matrix(0,4,25)
for(j in 1:4) # A_C
{
  for(i in 1:25)
  {
    DeltaG[j,i] <- (theta+alpha-theta*alpha) * ((A/A_B.Star)^(-gamma)*A_B.Star-
    (A/A_BCalc[i])^(-gamma)*A_BCalc[i]) - theta*(A/A_C[j])^(-gamma)*lambda*c_cCalc[i]/r
  }
}

# DeltaW
DeltaW <- matrix(0,4,25)
for(j in 1:4) # A_C
{
  for(i in 1:25)
  {
    DeltaW[j,i] <- (TB.fn(A_C[j],A_BCalc[i], c_b.barCalc[i], c_cCalc[i],1) -
    BC.fn(A_BCalc[i])) - (TB.fn(0,A_B.Star, c_b.Star, 0, 0) - BC.fn(A_B.Star))
  }
}

```

```
}
}
```

Til figur 3.4, 3.6 og figurerne 3.8, 3.9 samt 3.10

```
# Jaffee s. 21, Fig. 2
#U_Bbar -> Finding c_b
```

```
A_C <- seq(from=80, to=95, length=5)
U_C.fix <- seq(from=1, to=25, length=25)
U_B.Star <- 88.36
U_B.bar.fix <- U_B.Star-U_C.fix
c_b.Star <- 5.24
#c_c <- 0.5
r <- 0.05
mu <- 0.01
A <- 100
lambda <- 1
alpha <- 0.5
theta <- 0.35
sigma <- 0.15
gamma <- -((-mu+sigma^2/2)/sigma^2 - (sqrt((mu-sigma^2/2)^2+2*sigma^2*r))/(sigma^2))
beta <- gamma/(r*(1+gamma))
A_B.Star <- beta*(1-theta)*c_b.Star
CoCo <- 1

c_cCalc <- U_C.fix/(1/r*(1-(1-lambda)*(A/A_C)^(-gamma)))

f_diff <- function(c_b.bar, U_B.bar.fixit)
{
  A_B.bar <- beta*(1-theta)*c_b.bar
  return(U_B.bar.fixit-(c_b.bar/r * (1-(A/A_B.bar)^(-gamma)) + (A/A_B.bar)^(-gamma) *
(1-alpha)*A_B.bar))
}

TB.fn <- function(A_C, A_B, c_b, c_c, CoCo)
{
  TB <- theta*c_b/r * (1-(A/A_B)^(-gamma)) + (theta*c_c*CoCo/r * (1-(A/A_C)^(-gamma)))
  return(TB)
}

BC.fn <- function(A_B)
{
  BC <- alpha * A_B * (A/A_B)^(-gamma)
```

```

  return(BC)
}

c_b.barCalc <- rep(0,25)
A_BCalc <- rep(0,25)
for(i in 1:25)
{
  c_b.barCalc[i] <- uniroot(f_diff, c(3,7), U_B.bar.fixit = U_B.bar.fix[i])$root
  c_b.barCalc[i] <- c_b.barCalc[i]*1 # To get as vector
  A_BCalc[i] <- beta*(1-theta)*c_b.barCalc[i]
}

DeltaG <- matrix(0,4,25)
for(j in 1:4) # A_C
{
  for(i in 1:25)
  {
    DeltaG[j,i] <- (theta+alpha-theta*alpha) * ((A/A_B.Star)^(-gamma)*A_B.Star-
    (A/A_BCalc[i])^(-gamma)*A_BCalc[i]) - theta*(A/A_C[j])^(-gamma)*
    lambda*c_cCalc[i]/r
  }
}

# DeltaW
DeltaW <- matrix(0,4,25)
for(j in 1:4) # A_C
{
  for(i in 1:25)
  {

DeltaW[j,i] <- (TB.fn(A_C[j],A_BCalc[i], c_b.barCalc[i], c_cCalc[i],1) -
BC.fn(A_BCalc[i])) - (TB.fn(0,A_B.Star, c_b.Star, 0, 0) -
BC.fn(A_B.Star))

  }
}

#DeltaG <- DeltaW
dev.new(width=5.9, height=4.5)
plot(U_C.fix, DeltaG[1,], type='l', ylab="", xlab=expression(U[C]), ylim=c(min(DeltaG),
max(DeltaG)))

```

```

for(j in 1:4) lines(U_C.fix, DeltaG[j,], col=j)
legend("bottomleft", c(expression(A[C] * "=80"), expression(A[C] * "=85"),
expression(A[C] * "=90"), expression(A[C] * "=95")), lty=1, col=1:4)
title(expression(Delta * G))

# Jaffee s. 26, Fig. 3

A_C <- seq(from=80, to=95, length=5)
U_C.fix <- seq(from=1, to=25, length=25)
U_B.hat <- 88.36
U_B.bar.fix <- U_B.hat-U_C.fix
c_b.hat <- 5.24
r <- 0.05
mu <- 0.01
A <- 100
lambda <- 1
alpha <- 0.5
theta <- 0.35
sigma <- 0.15
gamma <- -((-mu+sigma^2/2)/sigma^2 - (sqrt((mu-sigma^2/2)^2+2*sigma^2*r))/(sigma^2))
beta <- gamma/(r*(1+gamma))
A_B.hat <- beta*(1-theta)*c_b.hat

c_b.barCalc <- rep(0,25)
A_BCalc <- rep(0,25)
c_cCalc <- matrix(0,4,25)

f_diff <- function(c_b.bar, U_B.bar.fixit)
{
A_B.bar <- beta*(1-theta)*c_b.bar
return(U_B.bar.fixit-(c_b.bar/r * (1-(A/A_B.bar)^(-gamma)) + (A/A_B.bar)^(-gamma) *
(1-alpha)*A_B.bar))
}

TB.fn <- function(A_C, A_B, c_b, c_c, CoCo)
{
TB <- theta*c_b/r * (1-(A/A_B)^(-gamma)) + (theta*c_c*CoCo/r * (1-(A/A_C)^(-gamma)))
return(TB)
}

BC.fn <- function(A_B)
{
BC <- alpha * A_B * (A/A_B)^(-gamma)

```



```

    return(BC)
  }

#W.fn <- function(A_B, c_b, c_c, CoCo)
#{
# W <- TB.fn(A_B, c_b, c_c ,CoCo) - BC(A_B)
# return(W)
#}

##

for(j in 1:4)
{
for(i in 1:25)
{
c_b.barCalc[i] <- uniroot(f_diff, c(3,7), U_B.bar.fixit = U_B.bar.fix[i])$root
c_b.barCalc[i] <- c_b.barCalc[i]*1 # To get as vector
A_BCalc[i] <- beta*(1-theta)*c_b.barCalc[i]
c_cCalc[j,i] <- ((c_b.hat-c_b.barCalc[i])*(1-(A/A_BCalc[i])^(-gamma)))/
(1-(1-lambda)*(A/A_C[j])^(-gamma))
}
}

DeltaG <- matrix(0,4,25)
for(j in 1:4) # A_C
{
for(i in 1:25)
{
DeltaG[j,i] <- c_b.hat*theta/r * ((A/A_B.hat)^(-gamma)-(A/A_BCalc[i])^(-gamma)) +
  alpha*A_B.hat*(A/A_B.hat)^(-gamma) - alpha*A_BCalc[i]*(A/A_BCalc[i])^
  (-gamma)-theta*(A/A_C[j])^(-gamma)*lambda*c_cCalc[j,i]/r
}
}

# DeltaW
#DeltaW <- matrix(0,4,25)
for(j in 1:4) # A_C
{
for(i in 1:25)
{

```

```

DeltaW[j,i] <- (TB.fn(A_C[j],A_BCalc[i], c_b.barCalc[i], c_cCalc[i],1) -
BC.fn(A_BCalc[i])) - (TB.fn(0,A_B.Star, c_b.Star, 0, 0) -
BC.fn(A_B.Star))

}

}

#DeltaG <- DeltaW
dev.new(width=5.9, height=4.5)
plot(U_C.fix, DeltaG[1,], type='l', ylab="", xlab=expression(U[C]), ylim=c(min(DeltaG),
max(DeltaG)), lty=2)
for(j in 2:4) lines(U_C.fix, DeltaG[j,], col=j, lty=2)
legend("bottomleft", c(expression(A[C] * "=80"), expression(A[C] * "=85"),
expression(A[C] * "=90"), expression(A[C] * "=95")), lty=1, col=1:4)
title(expression(Delta * hat(G)))

# Jaffee s. 42, Fig 5.1

rm(list=ls())

W.fn <- function(sigma, lambda, CoCo)
{
A_t <- 100
c_b <- 5.24
A_C <- 70
c_c <- 0.5
r <- 0.05
mu <- 0.01
theta <- 0.35
alpha <- 0.5

gamma <- -((-mu+sigma^2/2)/sigma^2 - (sqrt((mu-sigma^2/2)^2+2*sigma^2*r))/(sigma^2))
beta <- gamma/(r*(1+gamma))
A_B <- beta*(1-theta)*c_b

W.B <- c_b*(1-theta)/r * (1-(A_t/A_B)^(-gamma)) + A_B*(A_t/A_B)^(-gamma)
W.C <- c_c*(1-theta)/r * (1-(A_t/A_C)^(-gamma)) + lambda*c_c/r*(A_t/A_C)^(-gamma)
W.fn <- A_t - W.B - W.C*CoCo

return(W.fn)
}

sigma <- seq(from=0.05, to=0.4, length=60)

```

```

W.fn.graf <- matrix(0,4,length(sigma))
lambda <- c(1,0.65,0,1)
CoCo <- c(1,1,1,0)

for(j in 1:4)
{
  for(i in 1:length(sigma)) W.fn.graf[j,i] <- W.fn(sigma[i], lambda[j], CoCo[j])
}

# plot fig 5.1
dev.new(width=5.9, height=4.5)
plot(sigma, W.fn.graf[1,], type='l', ylim=c(min(W.fn.graf),max(W.fn.graf)), ylab="",
xlab=expression("Ex-post " * sigma))
for(j in 2:4) lines(sigma, W.fn.graf[j,], col=j)
legend("topleft", c(expression(lambda * "=1"), expression(lambda * "=0.65"),
expression(lambda * "=0"), "Ingen CoCo"), lty=1, col=1:4)
title(expression(W))

###

# til fig 5.2
dx1 <- sigma[1:length(sigma)-1]
dx2 <- sigma[2:length(sigma)]
dx <- dx2-dx1
df1 <- df2 <- df <- matrix(0,4,length(sigma)-1)
for(j in 1:4)
{
  df1[j,] <- W.fn.graf[j,1:length(sigma)-1]
  df2[j,] <- W.fn.graf[j,2:length(sigma)]
  df[j,] <- (df2[j,]-df1[j,])/dx
}

# plot fig 5.2
dev.new(width=5.9, height=4.5)
plot(sigma[-length(sigma)], df[1,], type='l', ylab="", ylim=c(min(df),max(df)),
xlab=expression("Ex-post " * sigma))
lines(sigma[-length(sigma)], df[2,], col=2, lty=1)
lines(sigma[-length(sigma)], df[3,], col=3, lty=1)
points(sigma[-length(sigma)], df[4,], col=4)
legend("bottomright", c(expression(lambda * "=1"), expression(lambda * "=0.65"),
expression(lambda * "=0"), "Ingen CoCo"), lty=c(1,1,1,1), col=1:4)
title(expression(partialdiff * W / partialdiff * sigma))

```

```
###
```

```
# til fig 5.3
```

```
WminusW15 <- matrix(0,4,length(sigma))
```

```
for(j in 1:4)
```

```
{
```

```
WminusW15[j,] <- (W.fn.graf[j,]-W.fn(0.15, lambda[j], CoCo[j]))/
```

```
W.fn(0.15, lambda[j], CoCo[j])
```

```
}
```

```
# plot fig 5.3
```

```
dev.new(width=5.9, height=4.5)
```

```
plot(sigma, WminusW15[1,], type='l', ylab="", ylim=c(min(WminusW15),
max(WminusW15)), xlab=expression("Ex-post " * sigma))
```

```
lines(sigma, WminusW15[2,], col=2, lty=1)
```

```
lines(sigma, WminusW15[3,], col=3, lty=1)
```

```
lines(sigma, WminusW15[4,], col=4, lty=1)
```

```
legend("bottomright", c(expression(lambda * "=1"), expression(lambda * "=0.65"),
expression(lambda * "=0"), "Ingen CoCo"), lty=c(1,1,1,1), col=1:4)
```

```
title(expression(frac(W(sigma[Ex-post])- W(sigma=0.15),W(sigma=0.15))))
```

```
# Jaffee s. 43, Fig 6.1 + 6.2
```

```
#rm(list=ls())
```

```
A_t <- 100
```

```
c_b <- 5.24
```

```
A_C <- 70
```

```
c_c <- 0.5
```

```
r <- 0.05
```

```
mu <- 0.01
```

```
theta <- 0.35
```

```
alpha <- 0.5
```

```
InitialW.fn <- function(sigma, lambda, CoCo)
```

```
{
```

```
gamma <- -((-mu+sigma^2/2)/sigma^2 - (sqrt((mu-sigma^2/2)^2+2*sigma^2*r))/(sigma^2))
```

```
beta <- gamma/(r*(1+gamma))
```

```
A_B <- beta*(1-theta)*c_b
```

```
W.B <- c_b*(1-theta)/r * (1-(A_t/A_B)^(-gamma)) + A_B*(A_t/A_B)^(-gamma)
```

```
W.C <- c_c*(1-theta)/r * (1-(A_t/A_C)^(-gamma)) + lambda*c_c/r*(A_t/A_C)^(-gamma)
```

```
W.fn <- A_t - W.B - W.C*CoCo
```

```

InitialW <- W.fn

return(InitialW)
}

InitialSigma <- seq(from=0.12, to=0.4, length=50)
Initialc_b <- rep(0,length=length(InitialSigma))
InitialA_B <- rep(0,length=length(InitialSigma))
InitialW <- matrix(0, 4, length(InitialSigma))
lambda <- c(1,0.65,0,1)
CoCo <- c(1,1,1,0)

for(j in 1:4)
{
  for(i in 1:length(InitialSigma))
  {
    InitialW[j,i] <- InitialW.fn(InitialSigma[i], lambda[j], CoCo[j])
  }
}

# til fig 6.1
dx1 <- InitialSigma[1:length(InitialSigma)-1]
dx2 <- InitialSigma[2:length(InitialSigma)]
dx <- dx2-dx1
df1 <- df2 <- df <- matrix(0,4,length(InitialSigma)-1)
for(j in 1:4)
{
  df1[j,] <- InitialW[j,1:length(InitialSigma)-1]
  df2[j,] <- InitialW[j,2:length(InitialSigma)]
  df[j,] <- (df2[j,]-df1[j,])/dx
}

# plot fig 6.1
dev.new(width=5.9, height=4.5)
plot(InitialSigma[-length(InitialSigma)], df[1,], type='l', ylab="", ylim=c(min(df),
max(df)), xlab=expression("Initial " * sigma))
lines(InitialSigma[-length(InitialSigma)], df[2,], col=2, lty=1)
lines(InitialSigma[-length(InitialSigma)], df[3,], col=3, lty=1)
points(InitialSigma[-length(InitialSigma)], df[4,], col=4)
legend("bottomright", c(expression(lambda * "=1"), expression(lambda * "=0.65"),
expression(lambda * "=0"), "Ingen CoCo"), lty=c(1,1,1,1), col=1:4)
title(expression(frac(partialdiff * W , partialdiff * sigma)))

```

```

# til fig 6.2
dx1 <- InitialSigma[1:length(InitialSigma)-1]
dx2 <- InitialSigma[2:length(InitialSigma)]
dx <- dx2-dx1
df1 <- df2 <- df <- matrix(0,4,length(InitialSigma)-1)
for(j in 1:4)
{
df1[j,] <- InitialW[j,1:length(InitialSigma)-1]
df2[j,] <- InitialW[j,2:length(InitialSigma)]
df[j,] <- (df2[j,]-df1[j,])/dx * 1/df2[j,]
}

# plot fig 6.2
dev.new(width=5.9, height=4.5)
plot(InitialSigma[-length(InitialSigma)], df[1,], type='l', ylab="", ylim=c(min(df),
max(df)), xlab=expression("Initial " * sigma))
lines(InitialSigma[-length(InitialSigma)], df[2,], col=2, lty=1)
lines(InitialSigma[-length(InitialSigma)], df[3,], col=3, lty=1)
lines(InitialSigma[-length(InitialSigma)], df[4,], col=4)
legend("topright", c(expression(lambda * "=1"), expression(lambda * "=0.65"),
expression(lambda * "=0"), "Ingen CoCo"), lty=c(1,1,1,1), col=1:4)
title(expression(frac(1,W) * " " * frac(partialdiff * W , partialdiff * sigma)))

# Jaffee s. 44, Fig 7.1 + 7.2 + 7.3

rm(list=ls())

sigma <- seq(from=0, to=0.4, length=1000)

A <- 100 #Asset value
c_b <- 5.24 #c_b* in paper
A_C <- 70 #Value of asset at conversion
c_c <- 0.5 #CoCo-bond coupon
r <- 0.05 #rate
mu <- 0.01 #diffusion-proces mean
theta <- 0.35 #tax-rate
alpha <- 0.5 #loss in default
U_B.Star <- 88.36 #Optimal value for straight debt

SigmaInitial <- 0.15 #Initial value of sigma
gamma <- -((-mu+SigmaInitial^2/2)/SigmaInitial^2 -
(sqrt((mu-SigmaInitial^2/2)^2+2*SigmaInitial^2*r))/(SigmaInitial^2))

```

```

beta <- gamma/(r*(1+gamma))
A_B.Star <- beta*(1-theta)*c_b
lambda <- c(1,0.65,0,9e9)
U_C <- c_c/r * (1-(A/A_C)^(-gamma)) + (A/A_C)*(lambda[-4]*c_c/r)
U_B.bar <- U_B.Star - U_C

f_diff1 <- function(c_b.bar)
{
  U <- U_B.bar[1]
  A_B.bar <- beta*(1-theta)*c_b.bar
  return(U-(c_b.bar/r * (1-(A/A_B.bar)^(-gamma)) + (A/A_B.bar)^(-gamma) *
(1-alpha)*A_B.bar))
}

f_diff2 <- function(c_b.bar)
{
  U <- U_B.bar[2]
  A_B.bar <- beta*(1-theta)*c_b.bar
  return(U-(c_b.bar/r * (1-(A/A_B.bar)^(-gamma)) + (A/A_B.bar)^(-gamma) *
(1-alpha)*A_B.bar))
}

f_diff3 <- function(c_b.bar)
{
  U <- U_B.bar[3]
  A_B.bar <- beta*(1-theta)*c_b.bar
  return(U-(c_b.bar/r * (1-(A/A_B.bar)^(-gamma)) + (A/A_B.bar)^(-gamma) *
(1-alpha)*A_B.bar))
}

A_BCalc <- c_b.barCalc <- lambda[-4]
for(j in 1:3)
{
  c_b.barCalc1 <- uniroot(f_diff1, c(0,5))$root
  c_b.barCalc2 <- uniroot(f_diff2, c(0,5))$root
  c_b.barCalc3 <- uniroot(f_diff3, c(0,5))$root
  c_b.barCalc <- c(c_b.barCalc1, c_b.barCalc2, c_b.barCalc3)*1 # To get as vector
  A_BCalc[j] <- beta*(1-theta)*c_b.barCalc[j]
}

W.fn <- function(sigma, lambda, A_BCalc, c_b.barCalc, CoCo)

```

```

{
  gamma <- -((-mu+sigma^2/2)/sigma^2 - (sqrt((mu-sigma^2/2)^2+2*sigma^2*r))
/(sigma^2))
  W.B <- c_b.barCalc*(1-theta)/r * (1-(A/A_BCalc)^(-gamma)) + A_BCalc*(A/A_BCalc)^
(-gamma)
  W.C <- c_c*(1-theta)/r * (1-(A/A_C)^(-gamma)) + lambda*c_c/r*(A/A_C)^(-gamma)
  W.fn <- A - W.B - W.C*CoCo
return(W.fn)
}

```

```

W.fn.graf <- matrix(0,4,length(sigma))
CoCo <- c(1,1,1,0)
c_b.barCalc <- c(rep(c_b.barCalc,length=3), c_b)
A_BCalc <- c(rep(A_BCalc,length=3), A_B.Star)

for(j in 1:4)
{
  for(i in 1:length(sigma))
  {
    W.fn.graf[j,i] <- W.fn(sigma[i], lambda[j], A_BCalc[j], c_b.barCalc[j], CoCo[j])
  }
}

```

```

# plot fig 7.1
dev.new(width=5.9, height=4.5)
plot(sigma, W.fn.graf[1,], type='l', xlim=c(min(sigma),max(sigma)),
ylim=c(min(W.fn.graf), max(W.fn.graf)), ylab="",
xlab=expression("Ex-post " * sigma))
for(j in 2:4) lines(sigma, W.fn.graf[j,], col=j)
legend("bottomright", c(expression(lambda * "=1"), expression(lambda * "=0.65"),
expression(lambda * "=0"), "Ingen CoCo"), lty=1, col=1:4)
title(expression(W))

```

```

# til fig 7.2
dx1 <- sigma[1:length(sigma)-1]
dx2 <- sigma[2:length(sigma)]
dx <- dx2-dx1
df1 <- df2 <- df <- matrix(0,4,length(sigma)-1)
for(j in 1:4)
{
  df1[j,] <- W.fn.graf[j,1:length(sigma)-1]
  df2[j,] <- W.fn.graf[j,2:length(sigma)]
}

```



```

df[j,] <- (df2[j,]-df1[j,])/dx
}

# plot fig 7.2
dev.new(width=5.9, height=4.5)
plot(sigma[-length(sigma)], df[1,], type='l', ylab="", ylim=c(min(df),max(df)+7),
xlab=expression("Ex-post " * sigma))
lines(sigma[-length(sigma)], df[2,], col=2, lty=1)
lines(sigma[-length(sigma)], df[3,], col=3, lty=1)
lines(sigma[-length(sigma)], df[4,], col=4)
legend("topright", c(expression(lambda * "=1"), expression(lambda * "=0.65"),
expression(lambda * "=0"), "Ingen CoCo"), lty=c(1,1,1,1), col=1:4)
title(expression(frac(partialdiff * W, partialdiff * sigma)))

###

# til fig 7.3
WminusW15 <- matrix(0,4,length(sigma))
for(j in 1:4)
{
WminusW15[j,] <- (W.fn.graf[j,]-W.fn(0.15, lambda[j], A_BCalc[j], c_b.barCalc[j],
CoCo[j]))/W.fn(0.15, lambda[j], A_BCalc[j], c_b.barCalc[j], CoCo[j])
}

# plot fig 7.3
dev.new(width=5.9, height=4.5)
plot(sigma, WminusW15[1,], type='l', ylab="", ylim=c(min(WminusW15),
max(WminusW15)), xlab=expression("Ex-post " * sigma))
lines(sigma, WminusW15[2,], col=2, lty=1)
lines(sigma, WminusW15[3,], col=3, lty=1)
lines(sigma, WminusW15[4,], col=4, lty=1)
legend("topleft", c(expression(lambda * "=1"), expression(lambda * "=0.65"),
expression(lambda * "=0"), "Ingen CoCo"), lty=c(1,1,1,1), col=1:4)
title(expression(frac(W(sigma[Ex-post])- W(sigma=0.15),W(sigma=0.15))))

```

C.8 Systemisk vigtig bank. β -restriktion

Hvis det antages, at

$$r = 0.05, \quad \sigma = 0.15, \quad A_t = 100 \quad \text{og} \quad \mu = 0.1 \quad (\text{C.69})$$

da vil γ og β være givet ved henholdsvis

$$\gamma \frac{\mu - \frac{\sigma^2}{2}}{\sigma^2} + \frac{\sqrt{\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)^2 + 2\sigma^2 r}}{\sigma^2} = 2.053361 \quad \text{og} \quad \beta \quad \frac{\gamma}{r(1-\theta)\gamma} = 13.44984, \quad (\text{C.70})$$

hvorfor man umiddelbart ville være fristet til at konkludere, at $S(A_t; \bar{c}_b, c_c)$ ikke er en voksende funktion i $\bar{c}_b$. Men det er den nu.

Vi har følgende førsteordens afledte givet ved

$$\frac{\partial S(A_t; \bar{c}_b, c_c)}{\partial \bar{c}_b} = -\beta\gamma r(1-\theta) \left(\frac{\beta\bar{c}_b(1-\theta)}{A_t} \right)^\gamma - \beta r(1-\theta) \left(\frac{\beta\bar{c}_b(1-\theta)}{A_t} \right)^\gamma \quad (\text{C.71})$$

$$+ \gamma \left(\frac{\beta\bar{c}_b(1-\theta)}{A_t} \right)^\gamma + \left(\frac{\beta\bar{c}_b(1-\theta)}{A_t} \right)^\gamma \quad (\text{C.72})$$

Derfor vil $\frac{\partial S(A_t; \bar{c}_b, c_c)}{\partial \bar{c}_b} > 0$ fordre, at

$$\gamma \left(\frac{\beta\bar{c}_b(1-\theta)}{A_t} \right)^\gamma + \left(\frac{\beta\bar{c}_b(1-\theta)}{A_t} \right)^\gamma > \beta\gamma r(1-\theta) \left(\frac{\beta\bar{c}_b(1-\theta)}{A_t} \right)^\gamma + \beta r(1-\theta) \left(\frac{\beta\bar{c}_b(1-\theta)}{A_t} \right)^\gamma \quad (\text{C.73})$$

$$\gamma + 1 > \beta\gamma r(1-\theta) + \beta r(1-\theta) \quad (\text{C.74})$$

$$\gamma + 1 > \beta r(1-\theta)(\gamma + 1) \quad (\text{C.75})$$

$$1 > \beta r(1-\theta) \quad (\text{C.76})$$

$$\beta < \frac{1}{r(1-\theta)} \quad (\text{C.77})$$

$$\frac{\gamma}{r(1+\gamma)} < \frac{1}{r(1-\theta)} \quad (\text{C.78})$$

$$\frac{\gamma}{1+\gamma} < \frac{1}{1-\theta}. \quad (\text{C.79})$$

Og det er sandt, da γ er positiv og $\theta \in [0, 1[$. Vi husker på, at $-\gamma$ blev beskrevet som værende den negative potens. Hvorfor betingelsen om at $\beta < 1$ er overflødig. Det er den i øvrigt ikke. Med de parametre, der blev listet ovenfor er

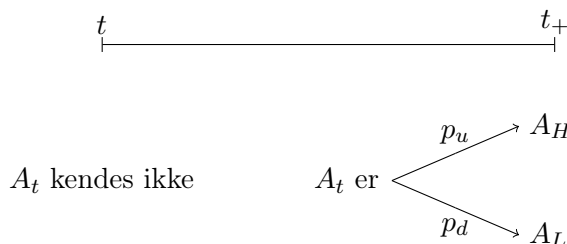
$$\beta = 13.44984, \quad (\text{C.80})$$

hvilket tydeligvis er højere end en, men lavere end

$$\frac{1}{r(1-\theta)} = 30.76923. \quad (\text{C.81})$$

C.9 To ligevægtsskurser

Manipulation af CoCo-obligationsholdere



Figur C.3: CoCo-manipulation

C.10 Sundaresan & Wang: Flere ligevægtsskurser

Her præsenteres dele af modellen præsenteret i [Sundaresan (2010)] (herefter: Sundaresan-Wang). Der findes generelt tre typer af triggere: en aktiekurs-, aktivværdi- og kapitalforholdsafhængig trigger. Aktiekurstrigger er nem at forstå men upraktiske at bruge. Ved situationen med aktivsafhængighed slipper man for at beregne værdien af egenkapitalen simultant med værdien af CoCo-obligationerne, idet der anvendes en eksogent bestemt prisproces for egenkapitalen. [Albul et. al (2010)] og [Pennacchi (2010)] benytter aktivsafhængig trigger. I [McDonald (2009)] er foreslået en aktiekurs-trigger.

I denne model er det vigtigste buskab, at når triggeren for en obligatorisk konvertering er bestemt direkte ud fra aktiekursen, da skal man sikre, at konverteringen ikke fører til en overførsel af værdi mellem ejere og CoCo-obligationsholdere. Eftersom aktier er en fordring på bankens egenkapital, skal CoCo-obligationerne prisfastsættes sammen med aktierne. Og hvis den samlede værdi af banken er uændret, skal en stigning i CoCo-obligationsværdi resultere i et tilsvarende fald for ejerne. Ellers er der værdioverførsel, hvilket giver agenter incitament til at manipulere kursen. Derfor er værdioverførsel ved konvertering ikke tilladt.

Illustration af værdifastsættelsesproblemet

Det antages, at bankens kapitalstruktur er givet og indeholder CoCo-obligationer, obligationer og aktier, der henholdsvis noteres C_t , B_t og S_t . Banken holder også en portefølje af aktiver, A_t . CoCo-obligationen konverterer til aktie(r) ved en bestemt aktiekurstrigger. Der gælder, at aktiekurstriggeren er K_t , og ved triggerbegivenhed konverteres til m_t aktier – m_t er konverteringsforholdet.

Triggeren og konverteringsforholdet er enten faste og konstante eller præspecificerede funktioner af observerbare variabler. Dette fastsættes i den individuelle CoCo-obligationskontrakt – her noteres det ligeledes, om de er funktioner af markeds- eller regnskabsforhold (fx aktiekurs eller RVA). Den simpleste form for CoCo-obligationer har konstant konverteringsforhold og benytter en observerbar trigger (aktiekurs). I [Flannery (2002)] er triggeren og konverteringsforholdet henholdsvis givet som

$$K_t = \frac{z \cdot RVA_t}{n} \quad \text{og} \quad m_t = \frac{C}{K_t}, \quad (\text{C.82})$$

hvor z er en given konstant og RVA fastsættes hvert kvartal. Hvis der ikke blev konverteret sidste kvartal, er $z \cdot RVA$ konstant. Ergo kan opsætningen i [Flannery (2002)] betragtes som simpel.

Triggeren kan benyttes til at konstruere CoCo-obligationer med egenskaber som *stemmeløse* eller normale aktier. Hvis triggeren er givet ved $K_t = 0$ for alle $t < T$, konverterer den aldrig, men tvinger heller aldrig banken til at gå fallit. Her fungerer de som stemmeløse aktier. Omvendt, hvis $K_t = +\infty$ og konverteringsforholdet er m , sker konverteringen prompte, og (forhenværende) CoCo-obligationsholdere modtager m aktier – de fungerer således som normale aktier. For at sikre, at CoCo-obligationerne ej tager ovenstående former pålægges det, at

$$K_t \in \{\mathbb{R}_+ \setminus 0\} \quad (\text{C.83})$$

For lavt konverteringsforhold

Budskabet ved nedenstående eksempel er, at hvis man ønsker en unik ligevægtspris, kan triggeren og konverteringsforholdet ikke vælges arbitrært. Det antages, at aktivernes initialværdi (A_0) er *høj nok* til ingen konvertering, at obligation indfries til kurs $B = 80$ og udløber i morgen ved $t = 1$, at pålydende værdi af CoCo-obligation er $C = 10$, at aktiekurstriggeren er $K = 5$, og endelig er konverteringsforholdet $m = 1$.

Hvis værdien af aktiverne til tidspunkt $t = 1$ viser sig at være $A_1 = 95$, er den tilsvarende aktiekurs afhængig af, om investorerne tror på konvertering (C) eller ej (NC).

$$S^{NC} = \frac{95 - 80 - 10}{1} = 5 \quad \text{og} \quad S^C = \frac{95 - 80}{1 + 1} = \frac{15}{2} = 7.5.$$

Problemet er altså, at når ingen har tiltro til konvertering, da er ligevægtskursen 5 (konvertering), men når investorer tror på konvertering, er ligevægtskursen 7.5 (ingen konvertering). Dette sker til trods for, at der bare er ændret på forventningsdannelsen vedrørende udfaldet om konvertering. Kilden er et for lavt konverteringsforhold, der skaber værdioverførsel fra CoCo-obligationsholderne til ejerne ved konvertering.

For højt konverteringsforhold

Det antages, at

- Aktivernes initialværdi er $A_0 = \text{høj nok}$ til ingen konvertering,
- Obligation indfries til kurs $B = 80$ og udløber i morgen ved $t = 1$,
- Pålydende værdi af CoCo-obligation er $C = 10$,
- Aktiekurs-triggeren er $K = 5$, og

- endelig er konverteringsforholdet $m = 3$.

Hvis værdien af aktiverne til tidspunkt $t = 1$ viser sig at være $A_1 = 100$, da er den tilsvarende aktiekurs afhængig af, om investorerne tror på konvertering eller ej. Ved ingen tro på konvertering er

$$S^{NC} = \frac{100 - 80 - 10}{1} = 10, \quad (\text{C.84})$$

og ved forventning om konvertering er

$$S^C = \frac{100 - 80}{1 + 3} = \frac{20}{4} = 5, \quad (\text{C.85})$$

som er lig triggeren, hvorfor der er (obligatorisk) konvertering.

Problemet er altså, at når ingen har tiltro til en konvertering, da er ligevægtskursen 10, men når investorer tror på konvertering, så ændrer ligevægtskursen sig til 5. Således er der to mulige ligevægtskurser, når $A_1 = 100$. Dette kommer sig af, at konverteringsforholdet er for høj. Det gør, at der overføres værdi fra egenkapitalen til CoCo-obligationsholdere.

Hvis $m = 2$, er

$$S^{NC} = \frac{100 - 80 - 10}{1} = 10, \quad (\text{C.86})$$

og ved tro på konvertering bliver

$$S^C = \frac{100 - 80}{1 + 2} = \frac{20}{3} = 6.67. \quad (\text{C.87})$$

Selvom priserne ikke er lig hinanden – hvilket ikke kan forventes, når forventningen til fremtiden ikke er lig hinanden – så udløser ingen af tilfældene konvertering.

Valg af konverteringsforhold

For en unik ligevægtskurs skal konverteringsforholdet sættes nøjagtig, så der ingen overførsel af værdi mellem ejere og CoCo-obligationsholdere er, hvilket i ovenstående eksempel betyder, at

$$m = \frac{\text{Værdi af ej-konverteret CoCo-obligation}}{\text{Aktiekurs-trigger}} = \frac{10}{5} = 2.$$

Med dette konverteringsforhold foranledes der ingen tvetydighed vedrørende konvertering eller ej.

$$S^{NC} = \frac{95 - 80 - 10}{1} = 5 \quad \text{og} \quad S^C = \frac{95 - 80}{1 + 2} = \frac{15}{3} = 5.$$

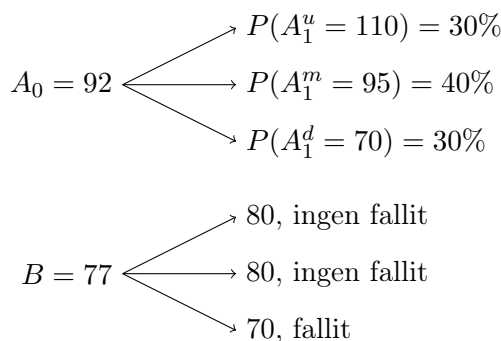
I begge tilfælde fordres der konvertering. Ved udløb overføres der ikke værdi mellem ejer og CoCo-obligationsholder, når konverteringsforholdet er som foreslået i [Flannery (2002)], $m = \frac{\bar{C}}{K}$. Hvis aktiekursen fordrer konvertering ved udløb, modtager CoCo-obligationsholderne mS_T , og da $S_T = K$, er $mS_T = mK = \bar{C}$, som er lig værdien CoCo-obligationsholder ville modtage, hvis der ikke var konvertering ved udløb.

Problemet er, at dette konverteringsforhold undervejs kan give anledning til ligevægte på hver sin side af triggeren. Nedenfor gennemgås en en-periode trinomialmodel, hvor $m = 2$. Det antages, at aktivernes værdi antager værdien $A_1^u = 110$ med 30% sandsynlighed, $A_1^m = 95$ med 40% sandsynlighed og $A_1^d = 70$ med 30% sandsynlighed den næste dag, altså $t = 1$. Investorer agerer risikoneutralt, og renten sættes – for nemheds skyld – til nul.

Med disse betingelser og oplysninger er værdien af aktiverne i dag, A_0 , givet ved

$$\begin{aligned} A_0 &= \frac{0.3 \cdot A_1^u + 0.4 \cdot A_1^m + 0.3 \cdot A_1^d}{1 + r} \\ &= \frac{0.3 \cdot 110 + 0.4 \cdot 95 + 0.3 \cdot 70}{1 + 0} \\ &= 92. \end{aligned}$$

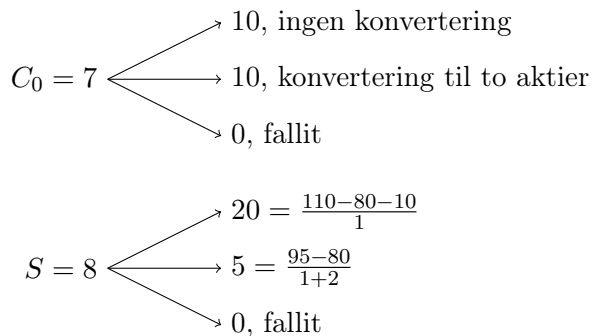
Det er tydeligt, at banken ikke kan imødekomme sine fordringer ved noden A_1^d , men både ved den midterste og øverste, henholdsvis A_1^m og A_1^u , kan banken tilbagebetale obligationen (se figur C.4). Derfor er værdien af obligationen i dag, givet ved



Figur C.4: Aktiv- og obligationsværdi

$$B_0 = \frac{0.3 \cdot \min(A_1^u, B) + 0.4 \cdot \min(A_1^m, B) + 0.3 \cdot \min(A_1^d, B)}{1 + r} = \frac{0.3 \cdot 80 + 0.4 \cdot 80 + 0.3 \cdot 70}{1 + 0} = 77.$$

Hvis markedet ikke forventer konvertering, er prisfastsættelsen ved de forskellige noder som følger: øverste node giver 80 til obligationsholderne, 10 til CoCo-obligationsholderne, mens egenkapitalen beholder residualen på 20. Ved den midterste node får obligationsholderne det, de skal have, men når CoCo-obligationsholderne tager 10, er der bare 5 tilbage til ejerne (konvertering), hvorfor CoCo-obligationsholderne modtager $m \cdot K$ aktier, altså 2 aktier til kurs 5. Ved nederste node går banken fallit, hvorfor CoCo-obligationsholderne og ejerne ingenting modtager. Ved brug af sandsynlighederne fra figur C.4 er nutidsværdien for CoCo-obligation og aktie således



Figur C.5: CoCo-obligationsværdi og aktiekurs uden tro på konvertering

$$C_0 = \frac{0.3 \cdot 10 + 0.4 \cdot 10 + 0.3 \cdot 0}{1 + 0} = 7 \quad \text{og} \quad S_0 = \frac{0.3 \cdot 20 + 0.4 \cdot 5 + 0.3 \cdot 0}{1 + 0} = 8.$$

Bemærk, at den forventede aktiekurs er konsistent med den faktiske, da $S = \frac{92-77-7}{1} = 8$.¹ Derfor stemmer det overens med ingen konvertering i dag.

Hvis konvertering er forventet, er prisfastsættelsen ved de forskellige noder som følger: øverste node giver 80 til obligationsholderne, CoCo-obligationsholderne forventer konvertering, hvorfor de skal dele residualen med den eksisterende egenkapital. Da $m = 2$ modtager de to aktier, og får således $\frac{2}{3}$ af residualen, hvilket er 20. Ejerne modtager den sidste tredjedel.

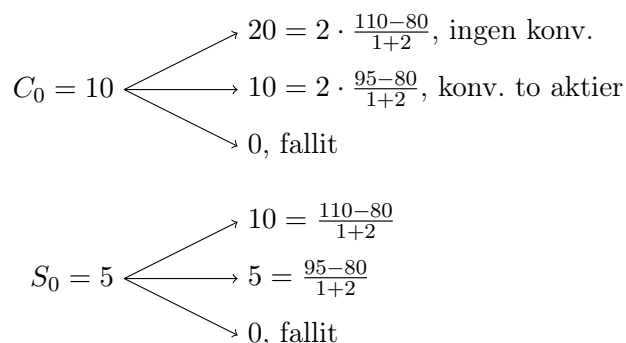
Ved den midterste node tager CoCo-holderne igen to tredjedele af residualen, hvilket er 10. Som før får egenkapitalen resten. Bemærk, at der her er konvertering. Ved den nederste node er der ingen residual, da obligationsholderne tager det hele.

Beregninger til figur C.6 er givet her og fremgår til dels også af figurene.

$$C_0 = \frac{0.3 \cdot 20 + 0.4 \cdot 10 + 0.3 \cdot 0}{1 + 0} = 5$$

og

$$S_0 = \frac{0.3 \cdot 10 + 0.4 \cdot 5 + 0.3 \cdot 0}{1 + 0} = 10.$$



Figur C.6: CoCo-obligationsværdi og aktiekurs med tro på konvertering.

Dermed en ny ligevægt. Aktiekursen i dag er 5, hvorfor der konverteres. Og eftersom $S = \frac{92-77}{1+2} = 5$, er denne kurs ligeledes både den forventede og den faktiske. Konvertering i dag er således konsistent med triggeren og rationel forventning til ligevægten er $C = 10$ og $S = 5$.

Med to forskellige ligevægte, må prisen på CoCo-obligationen forblive ubestemt i noden før udløb, altså i dag.

Men hvorfor opstår de to ligevægte på denne node? Konverteringsforholdet ved noden før udløb viser sig at være for høj, hvilket giver værdioverførsel fra ejer til CoCo-obligationsholder. For at sikre, der ikke er værdioverførsel skal konverteringsforholdet ved første node ændres til

$$mK = C_0 \Leftrightarrow m = \frac{C_0}{K} = \frac{7}{5} = 1.4.$$

Problemet med denne metode er, at man til hver node skal kende værdien af CoCo-obligationen, hvilket i en en-periode trinomialmodel er en overkommelig opgave, men ikke implementérbar i stor skala – navnlig siden CoCo-obligationer er helt nye på markedet.

¹Den er iøvrigt indsnæget en slåfejl i originalartiklen [Sundaresan (2010)].

Bilag D

Til kapitel 4

D.1 R-kode: Rentekalibrering

I dette afsnit af bilaget gennemgås R-koden, der er anvendt til at finde parameter til CIR-rente simulationen, der er brugt ved case study af Credit Suisses offentlig udstedte CoCo-obligationer (BCN).

Programmet bruger i al sin enkelthed informationerne fra [Pennacchi (2010)] om, hvordan en risikofri rentestruktur tager sig ud på CIR-form.

I programmet anvendes en indbygget R-funktion, kaldet **optim**. Denne anvender en *Nelder-Mead*-algoritme til at optimere. Denne algoritme beskrives i af R som robust, men langsom.

Ellers anvendes der blot funktioner, der laves i programmet.

Først gennemgås hele programmet, hvor der ingen speciel *vægtning* er lavet. Herefter følger den del af programmet, der afviger, når der laves en vægtning af den korte ende, og herefter den lange ende.

Operationer og tanker er beskrevet i programkoden. Kommentarer fremgår med # foran.¹

Sidste afsnit af denne del af bilaget inkluderer nogle tilfældige eksempler på, hvordan rentekalibreringen kan se ud. Idéen er her at vise, at der findes tre kategorier, når man tilpasser en rentekurve: *God kurve*, *Dårlig kurve* og endelig *Grim kurve*. Den gode kurve er selvsagt givet ved de tilpasninger (stiplede kurver), der følger den givne rentekurve pænt. Den dårlige kurve følger nogensteds den fuldoptrukne, sorte kurve, men afviger typisk markant i en af enderne. Og slutteligt, den grimme kurve – her er tilpasningen helt skæv, og fittet synes ingensteds at ligne et forsøg på at ramme rente-kurven.

Ingen vægtning

```
# CaseStudyFitCIRNormW
# Dette program fitter en CIR-kurve til en given rentestruktur.

# Nedenstående funktion om danner en variabel på dato format til en numeric/reelt-tal.
YYYYMMDDtoReal <- function(z)
{
```

¹Data og kode er venligst udlånt af professor ved Københavns universitet Rolf Poulsen.

```

return(z%%10000+(1/12)*((z%%10000)%/100-1)+(1/365)*((z%%100 -1)-1))
}

# Nedenstående funktion bruger de oplysninger,
# som Pennacchi giver på s. 12-13 om 'Default-Free Term Structure'.
# Dette giver NKO-prisen, når renten følger en CIR-proces.
# Altså, ZCBCIR (=Zero Coupon Bond CIR).
# ZCBCIR bruger 5 parameter:
# r = r_0, startværdien af renten
# tau = TTM, tid til udløb.
# Qparam = c(the, kap, sig), ligevægtsniveau, speed-of-adjustment, rente-vol'en
# Funktionen bruger de 5 parameter og returnerer NKO-prisen.
ZCBCIR <- function(r,tau,Qparam)
{
  the <- Qparam[1]
  kap <- Qparam[2]
  sig <- Qparam[3]

  gam <- sqrt(kap^2+2*sig^2)

  Btau <- 2*(exp(gam*tau)-1) / ((gam+kap)*(exp(gam*tau)-1)+2*gam)
  Atau <- (2*gam*(exp(gam+kap)/2)/ ((gam+kap)*(exp((gam*tau))-1)+2*gam))^(2*kap*the/sig^2)

  ZCBCIR <- exp(-r*Btau)*Atau
}

# Working directory sættes.
#setwd("/Users/jensnielsen/Dropbox/Skole/Afhandling/R Kode")

# Nedenfor indlæses nogle NKO-rentekurver.
# Disse er danske.
Rates <- t(matrix(scan("NYK_2010updated.txt"),ncol=121,byrow=T))

# Antallet af renteobservationer og løbetider bestemmes.
NoDates <- ncol(Rates)-1
NoMats <- nrow(Rates)-1

# Formattet på 'Dates' og 'Mats' og 'Rates' ændres via funktionen 'YYYYMMDDtoReal'
Dates <- Rates[1,(NoDates+1):2]
RealDates <- YYYYMMDDtoReal(Dates)
Mats <- Rates[2:(NoMats+1),1]
Rates <- Rates[2:(NoMats+1),(NoDates+1):2] # don't use maturity 0 from this set

```

```

# Nedenfor følger et fit a en CIR-rente for en given dag.
Date <- 1 # Sæt dato, eller brug runif-funktion for tilfældig dato.

Curve <- Rates[,Date] # Den 'valgte' kurve gemmes.

# Nu defineres en kriterie-funktion.
# Denne tager ligeledes 5 parameter.
# De 5 parametre bruges i funktionens første linje,
# hvor funktionen 'ZCBCIR' kaldes.
# Værdien heraf gemmes i ZCB,
# og den tilsvarende ef.-rente gemmes i 'yield'.
# Funktionen 'crit' returnere den absolutte forskel mellem
# den valgte kurve 'Curve' og den fittede 'yield'.
crit <- function(param)
{
  ZCB <- ZCBCIR(param[1],Mats,param[2:4])
  yield <- -log(ZCB)/Mats
  return(sum(abs(yield-Curve)))
}

# Nedenstående funktion benytter den 'optim' til at
# finde værdier af r(r_0), the(r_bar), kap(kappa) og sig(sigma_r).
# Som startværdier benyttes:
# r = Curve[1] (startværdi for den valgte kurve),
# the = Curve[length(Curve)] (slutværdi for den valgte kurve),
# kap = 0.25 og
# sig = 0.1
tstNormW <- optim(par=c(Curve[1],Curve[length(Curve)], 0.25,0.1),fn=crit)

# De fundne parameter benyttes til at finde
# CIR-rentekurve tilpasningen.
yieldNormW <- -log(ZCBCIR(tstNormW$par[1],Mats,tstNormW$par[2:4]))/Mats

```

Vægtning af den korte ende

```

.
.
.
# Forskel: Her er resultatet ganget med 1/Mats.
# Dette lægger effektivt vægt på værdierne i den korte ende.
crit <- function(param)
{
  ZCB <- ZCBCIR(param[1],Mats,param[2:4])
  yield <- -log(ZCB)/Mats

```

```

    return(sum(abs(yield-Curve)/Mats))
}

tstShortW <- optim(par=c(Curve[1],Curve[length(Curve)]), 0.25,0.1),fn=crit)

yieldShortW <- -log(ZCBCIR(tstShortW$par[1],Mats,tstShortW$par[2:4]))/Mats

```

Vægtning af den lange ende

```

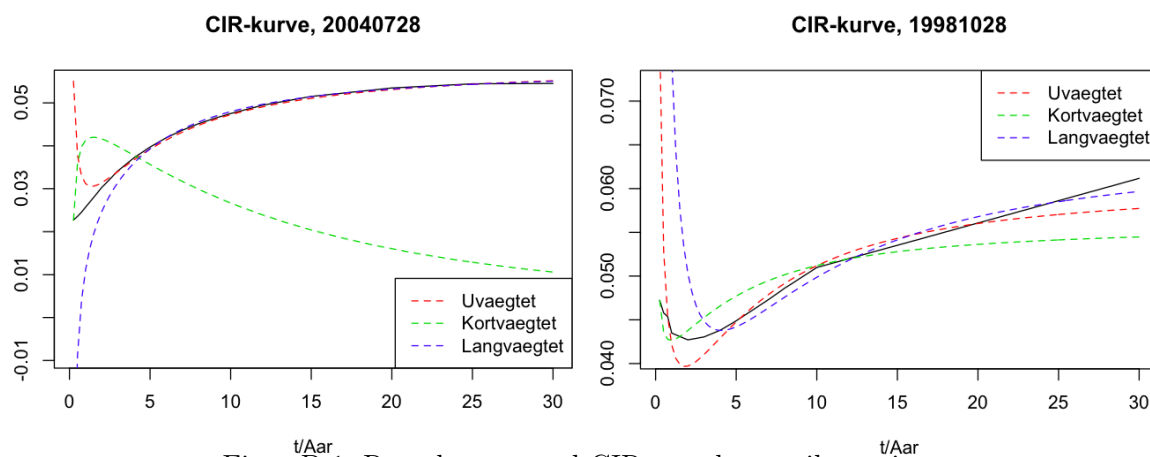
.
.
.
# Forskel: Her er resultatet ganget med Mats.
# Dette lægger effektivt vægt på værdierne i den lange ende.
crit <- function(param)
{
  ZCB <- ZCBCIR(param[1],Mats,param[2:4])
  yield <- -log(ZCB)/Mats
  return(sum(Mats*abs(yield-Curve)))
}

tstLongW <- optim(par=c(Curve[1],Curve[length(Curve)]), 0.25,0.1),fn=crit)

yieldLongW <- -log(ZCBCIR(tstLongW$par[1],Mats,tstLongW$par[2:4]))/Mats

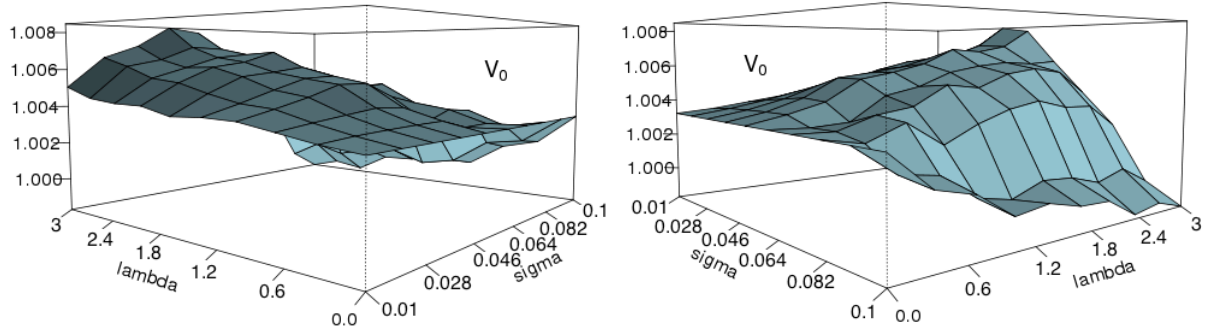
```

Eksempler: tilfældige CIR-rentekurve tilpasninger

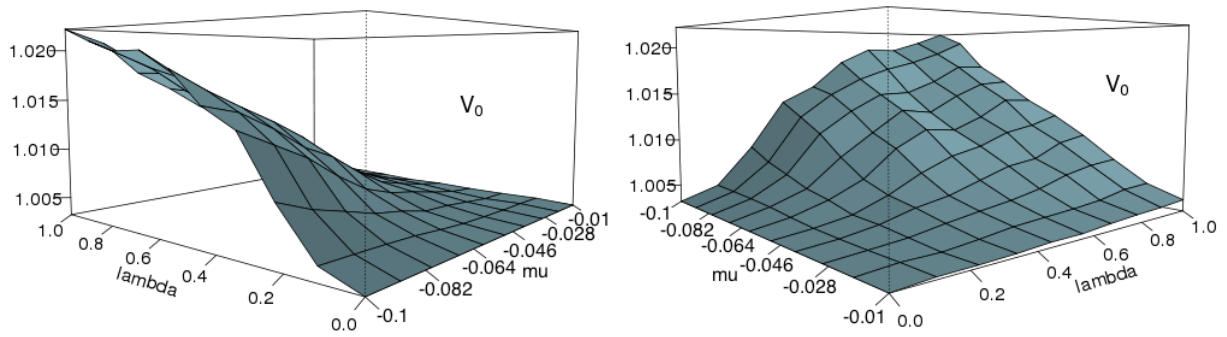


Figur D.1: Rentekurver med CIR-rentekurve tilpasninger.

D.2 Resultater med lavere egenkapitalstrigger, $\bar{e}$



Figur D.2: Case study. Lavere egenkapitalstrigger. λ/σ



Figur D.3: Case study. Lavere egenkapitalstrigger. λ/μ

Bilag E

Til kapitel 5

E.1 Uddrag af interview med Head of Compensation and Benefits Group Human Resources i Nordea, Steen Christensen

- *Andy Haldane fra BoE har foreslået, at CoCo-obligationer anvendes ved bonusser i banker. Hvordan ser Nordeas bonusprogram ud?*

Nordea har forskellige bonusordninger, men alle topchefernes bonusser bliver udbetalt pro rata over seks år. Det er primært for at sikre clawback (muligheden for at undlade at udbetale bonusser optjent i tidligere år, hvis omstændigheder fordrer det, red.). Det fungerer således, at hvis direktør Jens Jensen får DKK 100 i bonus år 0, så udbetales for eksempel DKK 40 det første år og DKK 12 de efterfølgende 5 år. Jens Jensen modtager rente på de ikke-udbetalte bonusbeløb, som banken låner.

- *Hvad sker der, hvis banken kommer i finansiellkrise?*

Hvis banken har underskud i et enkelt år, så bliver årets bonusudbetaling annulleret og kan anvendes til at dække underskuddet i banken.

- *Skal man som topchef ramme et bestemt niveau for fortsat kvalifikation til oprindeligt opnået bonus?*

Nej, Jens Jensen har ikke mulighed for at få det annullerede beløb tilbage, men kan håbe på næste års bonus, hvis der er overskud.

- *Det svarer altså til en slags syntetisk CoCo-obligation, hvor konverteringsparameteren er nul?*

Ja - bortset fra at renten ikke nødvendigvis er en markedsrente. Den fastsættes hvert år i forbindelse med indløsningen af optjent bonus fra det pågældende år.

- *Kan du sige noget, om hvor renten normalt ligger?*

Et sted mellem 5-6%.

E.2 Banksektorens relative størrelse i udvalgte lande

Tabel E.1: Forholdet mellem banksektorens aktivværdi og BNP.
 Kilde: [FSB (2011)]

Land	Banksektor-til-BNP	Koncentration/%*
Belgium	6,3	89
Canada	1,8	58
Frankrig	3,3	75
Tyskland	3,4	41
Italien	1,6	75
Japan	1,9	52
Holland	5,3	93
Sverige	3,3	82
Schweiz	8,2	76
Storbritanien	4,3	72
USA	0,9	46

*Landets tre største bankers procentuelle andel af den samlede sektors aktivandel.